



张云静 尚 蕾 等编著

# SolidWorks 2011

中文版

## 从入门到精通



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

# SolidWorks 2011 中文版

## 从入门到精通

张云静 尚 蕾 等编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD 软件,该软件以参数化特征造型为基础,具有功能强大、易学易用等特点, SolidWorks 2011 是其最新版本。本书从 SolidWorks 2011 的启动开始,详细介绍其基本操作、参考几何体、草图绘制、特征设计、附加特征设计、零件形变特征、特征编辑、曲线和曲面设计、装配体设计和动画、焊件设计、工程图设计、钣金设计、渲染输出和应力分析等内容。

本书结构严谨、内容翔实,知识全面,可读性强,设计实例实用性强,专业性强,步骤明确,是广大读者快速掌握 SolidWorks 2011 中文版的自学实用指导书,也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks 2011 中文版从入门到精通 / 张云静等编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.5

ISBN 978-7-121-13345-9

I. ①S… II. ①张… III. ①计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks 2011 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 069514 号

责任编辑: 戴 新

文字编辑: 徐 萍

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.25 字数: 467 千字

印 次: 2011 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 37.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 前 言

SolidWorks 公司是一家专业从事三维机械设计、工程分析、产品数据管理软件研发和销售的国际性公司。其产品 SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD 软件,这是一套完整的 3D MCAD 产品设计解决方案,即在一个软件包中为产品设计团队提供所有必要的机械设计、验证、运动模拟、数据管理和交流工具。该软件以参数化特征造型为基础,具有功能强大、易学易用等特点,是当前最优秀的三维 CAD 软件之一。在 SolidWorks 的最新版本 SolidWorks 2011 中文版中,针对设计中的多种功能进行了大量的补充和更新,使用户可以更加方便地进行设计,这一切无疑为广大的产品设计人员带来了福音。

为了使读者尽快掌握 SolidWorks 2011 的使用和设计方法,笔者集多年使用 SolidWorks 的设计经验,编写了本书。本书以 SolidWorks 的最新版本 2011 中文版为平台,通过大量的实例讲解,诠释应用 SolidWorks 2011 中文版进行设计的方法和技巧。全书共分为 12 章,主要包括以下内容: SolidWorks 2011 的入门、参考几何体、草图绘制、特征设计、附加特征设计、零件形变特征、特征编辑、曲线和曲面设计、装配体设计和动画、焊件设计、工程图设计、钣金设计、渲染输出和应力分析。笔者希望能够以点带面,展现出 SolidWorks 2011 中文版的精髓,使用户看到完整的设计过程,进一步加深对 SolidWorks 各模块的理解和认识,体会 SolidWorks 优秀的设计思想和设计功能,从而能够在以后的工程项目中进行熟练的应用。

本书结构严谨、内容丰富、语言规范,实例侧重于实际设计,实用性强,主要针对使用 SolidWorks 2011 中文版进行设计和加工的广大初、中级用户,可以作为设计实战的指导用书,同时也可作为立志学习 SolidWorks 进行产品设计和加工的用户们的培训教程,本书还可作为大专院校计算机辅助设计课程的高级教材。

本书的作者群——云杰漫步多媒体科技 CAX 设计教研室,长期从事 CAD/CAE/CAM 的专业设计和教学,对 SolidWorks 有很深入的了解,并积累了大量的实际工作经验。作者群为读者提供网络的免费技术支持,欢迎登录云杰漫步多媒体科技的网上技术论坛进行交流: <http://www.yunjiework.com/bbs>,相信广大读者在论坛免费学习的知识一定会更多。

本书由云杰漫步多媒体科技 CAX 设计教研室策划,由张云静、尚蕾编著,参加编写的还有汤明乐、张云杰、郝利剑、贺安、董闯、宋志刚、李海霞、焦淑娟等,在此感谢出版社的编辑和老师们的全力协助。

由于时间仓促,本书在编写过程中难免有疏忽之处,望广大读者不吝赐教,对书中的不足之处予以指正。

---

为方便读者阅读,若需要本书配套资料,请登录“北京美迪亚电子信息有限公司”( <http://www.medias.com.cn> ),在“资料下载”页面进行下载。



# 目 录

第 1 章 SolidWorks 2011 中文版入门	1
1.1 概述	1
1.1.1 背景和发展	1
1.1.2 主要设计特点	1
1.2 SolidWorks 2011 操作界面	2
1.2.1 菜单栏	3
1.2.2 工具栏	5
1.2.3 状态栏	6
1.2.4 管理器窗口	6
1.2.5 任务窗口	8
1.3 SolidWorks 2011 新增功能	8
1.4 文件基本操作	9
1.4.1 新建文件	9
1.4.2 打开文件	10
1.4.3 保存文件	11
1.4.4 退出 SolidWorks 2011	12
1.5 参考坐标系	12
1.5.1 原点	12
1.5.2 参考坐标系的属性设置	12
1.5.3 修改和显示参考坐标系	13
1.6 参考基准轴	14
1.6.1 临时轴	14
1.6.2 参考基准轴的属性设置	14
1.6.3 显示参考基准轴	15
1.7 参考基准面	15
1.7.1 参考基准面的属性设置	15
1.7.2 修改参考基准面	16
1.8 参考点	17
第 2 章 草图设计	19
2.1 基本概念	19
2.1.1 图形区域	19

2.1.2 绘制草图的流程	20
2.1.3 草图选项	20
2.1.4 草图绘制工具	22
2.1.5 光标	22
2.2 绘制草图	23
2.2.1 直线	23
2.2.2 圆	25
2.2.3 圆弧	25
2.2.4 椭圆和椭圆弧	27
2.2.5 矩形和平行四边形	28
2.2.6 抛物线	28
2.2.7 多边形	29
2.2.8 点	29
2.2.9 中心线	30
2.2.10 样条曲线	30
2.3 编辑草图	32
2.3.1 剪切、复制、粘贴草图	32
2.3.2 移动、旋转、缩放、复制 草图	33
2.3.3 剪裁草图	34
2.3.4 延伸草图	35
2.3.5 分割、合并草图	36
2.3.6 派生草图	36
2.3.7 转换实体引用	36
2.3.8 等距实体	37
2.4 3D 草图	38
2.4.1 简介	38
2.4.2 3D 直线	38
2.4.3 3D 圆角	39
2.4.4 3D 样条曲线	39
2.4.5 3D 草图点	40
2.4.6 面部曲线	40
2.5 设计范例	41

2.5.1 进入草图绘制状态	41	4.4 孔特征	68
2.5.2 绘制构造线	41	4.4.1 孔特征的属性设置	68
2.5.3 绘制草图	42	4.4.2 生成孔特征的操作步骤	72
2.5.4 标注尺寸	42	4.5 抽壳特征	72
2.5.5 编辑草图	43	4.5.1 抽壳特征的属性设置	73
4.5.2 生成抽壳特征的操作步骤	73	4.6 扣合特征	74
第 3 章 实体特征设计	44	4.6.1 装配凸台特征	74
3.1 拉伸特征	44	4.6.2 弹簧扣特征	76
3.1.1 拉伸凸台/基体特征	44	4.6.3 弹簧扣凹槽特征	77
3.1.2 拉伸切除特征	46	4.6.4 通风口特征	77
3.2 旋转特征	46	4.6.5 唇缘/凹槽特征	79
3.2.1 旋转凸台/基体特征的 属性设置	46	4.7 设计范例	81
3.2.2 旋转凸台/基体特征的操作 方法	47	4.7.1 建立底座	81
3.3 扫描特征	48	4.7.2 建立底座以上部分	82
3.3.1 扫描特征的使用规则	48	4.7.3 建立筋特征	84
3.3.2 扫描特征的使用方法	48	4.7.4 建立倒角和圆角特征	84
3.3.3 扫描特征的属性设置	48	第 5 章 零件形变特征	86
3.3.4 扫描特征的操作方法	51	5.1 压凹特征	86
3.4 放样特征	52	5.1.1 压凹特征的属性设置	86
3.4.1 放样特征的使用方法	52	5.1.2 生成压凹特征的操作步骤	87
3.4.2 放样特征的属性设置	52	5.2 弯曲特征	87
3.4.3 放样特征的操作方法	56	5.2.1 弯曲特征的属性设置	87
3.5 设计范例	56	5.2.2 生成弯曲特征的操作步骤	89
第 4 章 实体附加特征	60	5.3 变形特征	90
4.1 圆角特征	60	5.3.1 变形特征的属性设置	90
4.1.1 圆角特征的生成规则	60	5.3.2 生成变形特征的操作步骤	94
4.1.2 圆角特征的属性设置	60	5.4 拔模特征	95
4.1.3 生成圆角特征的操作步骤	64	5.4.1 拔模特征的属性设置	95
4.2 倒角特征	65	5.4.2 生成拔模特征的操作步骤	98
4.2.1 倒角特征的属性设置	65	5.5 圆顶特征	98
4.2.2 生成倒角特征的操作步骤	65	5.5.1 圆顶特征的属性设置	98
4.3 筋特征	66	5.5.2 生成圆顶特征的操作步骤	99
4.3.1 筋特征的属性设置	66	5.6 设计范例	99
4.3.2 生成筋特征的操作步骤	67	5.6.1 生成拉伸特征	99
		5.6.2 生成圆顶特征	99

5.6.3	生成锥削弯曲特征	100	7.1	曲线设计	125
5.6.4	生成伸展弯曲特征	100	7.1.1	投影曲线	125
5.6.5	生成旋转特征	100	7.1.2	组合曲线	128
5.6.6	生成特征圆周阵列	101	7.1.3	螺旋线和涡状线	129
5.6.7	生成压凹特征	101	7.1.4	通过 xyz 点的曲线	132
第 6 章	特征编辑	103	7.1.5	通过参考点的曲线	133
6.1	组合编辑	103	7.1.6	分割线	134
6.1.1	组合	103	7.2	曲面设计	138
6.1.2	分割	104	7.2.1	拉伸曲面	138
6.1.3	移动/复制实体	105	7.2.2	旋转曲面	142
6.1.4	删除	105	7.2.3	扫描曲面	144
6.2	阵列	106	7.2.4	放样曲面	147
6.2.1	草图阵列	106	7.2.5	等距曲面	149
6.2.2	草图圆周阵列	107	7.2.6	延展曲面	150
6.2.3	特征阵列	108	7.3	曲面编辑	151
6.2.4	特征线性阵列	108	7.3.1	圆角曲面	151
6.2.5	特征圆周阵列	109	7.3.2	填充曲面	152
6.2.6	表格驱动的阵列	110	7.3.3	中面	154
6.2.7	草图驱动的阵列	111	7.3.4	延伸曲面	155
6.2.8	曲线驱动的阵列	112	7.3.5	剪裁曲面	156
6.2.9	填充阵列	113	7.3.6	替换面	158
6.3	零部件阵列	116	7.3.7	删除面	159
6.3.1	零部件的线性阵列	117	7.4	设计范例	161
6.3.2	零部件的圆周阵列	117	7.4.1	生成面板的基体轮廓	161
6.3.3	零部件的特征驱动	117	7.4.2	生成面板的凹孔	162
6.4	镜向	118	7.4.3	生成面板的三孔	164
6.4.1	镜向草图	118	7.4.4	生成面板的方孔	166
6.4.2	镜向特征	119	第 8 章	装配体设计和动画	168
6.4.3	镜向零部件	120	8.1	设计装配体	168
6.5	设计范例	120	8.1.1	插入零部件的属性设置	168
6.5.1	建立基体	120	8.1.2	设计装配体的两种方式	169
6.5.2	建立孔特征	122	8.2	装配体的干涉检查	170
6.5.3	阵列孔特征	122	8.2.1	干涉检查的功能	170
6.5.4	创建圆角	124	8.2.2	干涉检查的属性设置	170
第 7 章	曲线与曲面设计	125	8.2.3	干涉检查的操作步骤	171
7.1	曲线设计	125	8.3	装配体爆炸视图	172

8.3.1 爆炸视图的属性设置	172	9.2 结构构件	198
8.3.2 编辑爆炸视图	173	9.3 剪裁结构构件	200
8.3.3 生成爆炸视图的操作步骤	174	9.3.1 剪裁/延伸的属性设置	200
8.3.4 爆炸与解除爆炸	175	9.3.2 剪裁/延伸结构构件的操作 步骤	201
8.4 装配体轴测剖视图	176	9.4 添加焊缝	202
8.4.1 轴测剖视图的属性设置	176	9.4.1 焊缝	202
8.4.2 生成轴测剖视图的操作 步骤	177	9.4.2 圆角焊缝	204
8.5 复杂装配体中零部件的压缩 状态	177	9.5 子焊件和焊件工程图	206
8.5.1 压缩状态的种类	177	9.5.1 子焊件	206
8.5.2 生成压缩状态的操作步骤	178	9.5.2 焊件工程图	206
8.6 装配体的统计	179	9.6 焊件切割清单	207
8.6.1 装配体统计的信息	179	9.6.1 生成切割清单的操作步骤	207
8.6.2 生成装配体统计的操作 步骤	179	9.6.2 自定义属性	208
8.7 复杂装配体中零部件的轻化	179	9.7 设计范例	208
8.7.1 轻化状态	180	9.7.1 建立结构件轮廓	208
8.7.2 轻化零部件的操作方法和 步骤	180	9.7.2 建立结构件	209
8.8 制作动画	181	9.7.3 建立角撑板	211
8.8.1 运动算例基础介绍	181	9.7.4 建立支撑零件	212
8.8.2 旋转动画	184	第 10 章 工程图设计	213
8.8.3 装配体爆炸动画	185	10.1 工程图基本设置	213
8.8.4 距离或角度配合动画	186	10.1.1 工程图线型设置	213
8.8.5 视像属性动画	187	10.1.2 工程图图层设置	214
8.8.6 物理模拟动画	188	10.1.3 图纸格式设置	215
8.8.7 插值模式动画	191	10.1.4 编辑图纸格式	216
8.8.8 播放、录制动画	192	10.2 工程图文件	217
8.9 设计范例	192	10.2.1 设置多张工程图纸	217
8.9.1 生成装配体	192	10.2.2 激活图纸	217
8.9.2 干涉检查	195	10.2.3 删除图纸	218
8.9.3 生成轴测剖视图	196	10.3 工程视图设计	218
8.9.4 生成爆炸视图	196	10.3.1 标准三视图	219
第 9 章 焊件设计	198	10.3.2 投影视图	219
9.1 焊件轮廓	198	10.3.3 剪裁视图	219
		10.3.4 局部视图	220
		10.3.5 剖面视图	221
		10.3.6 旋转剖视图	221



10.3.7 断裂视图	222	零件	241
10.3.8 相对视图	222	11.4 编辑钣金特征	242
10.4 尺寸标注	223	11.4.1 切口	242
10.4.1 尺寸标注概述	223	11.4.2 展开	242
10.4.2 添加尺寸标注的操作步骤	224	11.4.3 折叠	243
10.5 注解和注释	224	11.4.4 放样折弯	243
10.5.1 注释的属性设置	224	11.5 使用钣金成形工具	243
10.5.2 添加注释的操作步骤	227	11.5.1 成形工具的属性设置	244
10.6 打印工程图	227	11.5.2 使用成形工具到钣金零件的 操作步骤	244
10.6.1 页面设置	227	11.5.3 定位成形工具的操作方法	244
10.6.2 线粗设置	228	11.6 设计范例	245
10.6.3 打印出图	228	11.6.1 建立基体	245
10.7 设计范例	229	11.6.2 建立斜接特征	245
10.7.1 建立工程图	230	11.6.3 建立边角特征	247
10.7.2 加载模型并添加视图	230	11.6.4 建立切除孔系	247
10.7.3 尺寸标注	232	第 12 章 渲染输出和应力分析	250
10.7.4 生成材料清单	232	12.1 渲染输出	250
第 11 章 钣金设计	234	12.1.1 PhotoView 渲染概述	250
11.1 基本术语	234	12.1.2 设置布景	251
11.1.1 折弯系数	234	12.1.3 设置光源	253
11.1.2 折弯系数表	234	12.1.4 设置外观	257
11.1.3 K 因子	234	12.1.5 设置贴图	260
11.1.4 折弯扣除	234	12.1.6 以 PhotoView 360 进行 渲染	263
11.2 钣金特征设计	235	12.1.7 渲染范例	267
11.2.1 利用钣金工具直接生成钣金 特征	235	12.2 应力分析	273
11.2.2 将零件转换为钣金特征	235	12.2.1 基础知识	273
11.3 钣金零件设计	235	12.2.2 SimulationXpress 介绍	274
11.3.1 生成钣金零件	236	12.2.3 退出保存结果	279
11.3.2 将设计实体转换为钣金			

# 第 1 章 SolidWorks 2011 中文版入门

SolidWorks 是功能强大的三维 CAD 设计软件，是美国 SolidWorks 公司开发的以 Windows 操作系统为平台的设计软件。SolidWorks 相对于其他 CAD 设计软件来说，简单易学，具有高效、简单的实体建模功能，并可以利用 SolidWorks 集成的辅助功能对设计的实体模型进行一系列计算机辅助分析，能够更好地满足设计需要，节省设计成本，提高设计效率。

SolidWorks 已广泛应用于机械设计、工业设计、电装设计、消费品产品及通信器材设计、汽车制造设计、航空航天飞行器设计等行业中。

本章是 SolidWorks 的基础，主要介绍该软件的基本概念和操作界面、特征管理器 and 命令管理器，以及生成和修改参考几何体的方法。这些是用户使用 SolidWorks 必须掌握的基础知识，是熟练使用该软件进行产品设计的前提。

## 1.1 概述

下面对 SolidWorks 的背景、发展及其主要设计特点进行简单的介绍。

### 1.1.1 背景和发展

SolidWorks 是由 SolidWorks 公司成功开发的一款三维 CAD 设计软件，它采用智能化参变量式设计理念及 Microsoft Windows 图形化用户界面，具有表现卓越的几何造型和分析功能；操作灵活，运行速度快，设计过程简单、便捷，被业界称为“三维机械设计方案”的领先者”，并受到广大用户的青睐，在机械制图和结构设计领域已成为三维 CAD 设计的主流软件。

利用 SolidWorks，工程技术人员可以更有效地为产品建模及模拟整个工程系统，以缩短产品的设计和生产周期，并可完成更加富有创意的产品制造。在市场应用中，SolidWorks 也取得了卓然的成绩。例如，利用 SolidWorks 及其集成软件 COSMOSWorks 设计制作的美国国家宇航局（NASA）“勇气号”飞行器的机器人臂，在火星上圆满完成了探测器的展开、定位及摄影等工作。负责该航天产品设计的总工程师 Jim Staats 表示，SolidWorks 能够提供非常精确的分析测试及优化设计，既满足了应用的需求，又提高了产品的研发速度。又如，作为中国航天器研制、生产基地的中国空间技术研究院也选择了 SolidWorks 作为主要的三维设计软件，以最大限度地满足其对产品设计的高端要求。

### 1.1.2 主要设计特点

SolidWorks 是一款参变量式 CAD 设计软件。与传统的二维机械制图相比，参变量式 CAD 设计软件具有许多优越的性能，是当前机械制图设计软件的主流和发展方向。参变量式 CAD 设计软件是参数式和变量式 CAD 设计软件的通称。其中，参数式设计是 SolidWorks 最主要的设计特点。所谓参数式设计，是将零件尺寸的设计用参数描述，并在设计修改的过程中通过修改参数的数值改变零件的外形。SolidWorks 中的参数不仅代表了设计对象的

相关外观尺寸,并且具有实质上的物理意义。例如,可以将系统参数(如体积、表面积、重心、三维坐标等)或者用户定义参数即用户按照设计流程需求所定义的参数(如密度、厚度等具有设计意义的物理量或者字符)加入到设计构思中来表达设计思想。这不仅从根本上改变了设计理念,而且将设计的便捷性向前推进了一大步。用户可以运用强大的数学运算方式,建立各个尺寸参数间的关系式,使模型可以随时自动计算出应有的几何外形。

下面对 SolidWorks 参数式设计进行简单介绍。

### 1. 模型的真实性和

利用 SolidWorks 设计出的是真实的三维模型。这种三维实体模型弥补了传统面结构和线结构的不足,将用户的设计思想以最直观的方式表现出来。用户可以借助系统参数,计算出产品的体积、面积、重心、重量及惯性等参数,以便更清楚地了解产品的真实性,并进行组件装配等操作,在产品设计的过程中随时掌握设计重点,调整物理参数,省去人为计算的时间。

### 2. 特征的便捷性

初次使用 SolidWorks 的用户大多会对特征感到十分亲切。SolidWorks 中的特征正是基于人性化理念而设计的。孔、开槽、圆角等均被视为零件设计的基本特征,用户可以随时对其进行合理的、不违反几何原理的修正操作(如顺序调整、插入、删除、重新定义等)。

### 3. 数据库的单一性

SolidWorks 可以随时由三维实体模型生成二维工程图,并可自动标示工程图的尺寸数据。设计者在三维实体模型中作任何数据的修正,其相关的二维工程图及其组合、制造等相关设计参数均会随之改变,这样既确保了数据的准确性和一致性,又避免了由于反复修正而耗费大量时间,有效地解决了人为改图产生的疏漏,减少了错误的发生。这种采用单一数据库、提供所谓双向关联性的功能,也正符合了现代产业中同步工程的指导思想。

## 1.2 SolidWorks 2011 操作界面

SolidWorks 2011 的操作界面是用户对创建文件进行操作的基础,图 1-1 所示为一个零件文件的操作界面,包括菜单栏、工具栏、特征管理区、绘图区及状态栏等。装配体文件和工程图文件与零件文件的操作界面类似,本节以零件文件操作界面为例,介绍 SolidWorks 2011 的操作界面。

在 SolidWorks 2011 操作界面中,菜单栏包括了所有的操作命令,工具栏一般显示常用的按钮,可以根据用户需要进行相应的设置,设置方法将在下一节进行介绍。CommandManager(命令管理器)可以将工具栏按钮集中起来使用,从而为图形区域节省空间。FeatureManager(特征管理器)设计树记录文件的创建环境及每一步骤的操作,对于不同类型的文件,其特征管理区有所差别。绘图区域是用户绘图的区域,文件的所有草图及特征生成都在该区域中完成,FeatureManager 设计树和图形区域为动态链接,可在任一窗格中选择特征、草图、工程视图和构造几何体。状态栏显示编辑文件目前的操作状态。特征管理区中的注解、材质和基准面是系统默认的,可根据实际情况对其进行修改。

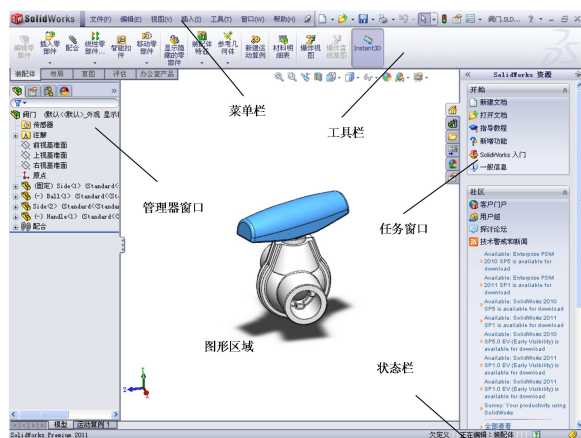




图 1-1 SolidWorks 2011 操作界面

### 1.2.1 菜单栏

系统默认情况下，SolidWorks 2011 的菜单栏是隐藏的，将鼠标移动到 SolidWorks 徽标上或者单击它，菜单栏就会出现，将菜单栏中图标  改为  打开状态，菜单栏就可以保持可见，如图 1-2 所示。

SolidWorks 2011 包括【文件】、【编辑】、【视图】、【插入】、【工具】、【窗口】和【帮助】等菜单，单击鼠标左键或者使用快捷键的方式可以将其

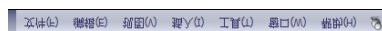


图 1-2 菜单栏

打开并执行相应的命令。

下面对各菜单分别进行介绍。

#### 1. 【文件】菜单

【文件】菜单包括【新建】、【打开】、【保存】和【打印】等命令，如图 1-3 所示。

#### 2. 【编辑】菜单

【编辑】菜单包括【剪切】、【复制】、【粘贴】、【删除】及【压缩】、【解除压缩】等命令，如图 1-4 所示。

#### 3. 【视图】菜单

【视图】菜单包括显示控制的相关命令，如图 1-5 所示。

#### 4. 【插入】菜单

【插入】菜单包括【凸台/基体】、【切除】、【特征】、【阵列/镜向】（此处为与软件界面统一，使用【镜向】，下同）、【扣合特征】、【曲面】、【钣金】、【模具】等命令，如图 1-6 所示。这些命令也可通过【特征】工具栏中相应的功能按钮来实现。其具体操作将在以后的章节中陆续介绍，在此不作赘述。

#### 5. 【工具】菜单

【工具】菜单包括多种命令，如【草图工具】、【几何关系】、【测量】、【质量特性】、【检查】等，如图 1-7 所示。

#### 6. 【窗口】菜单

【窗口】菜单包括【视口】、【新建窗口】、【层叠】等命令，如图 1-8 所示。





图 1-3 【文件】菜单



图 1-4 【编辑】菜单



图 1-5 【视图】菜单



图 1-6 【插入】菜单



图 1-7 【工具】菜单



图 1-8 【窗口】菜单

## 7. 【帮助】菜单

【帮助】菜单（如图 1-9 所示）可提供各种信息查询，例如，【SolidWorks 帮助】命令

可展开 SolidWorks 软件提供的在线帮助文件,【API 帮助主题】命令可展开 SolidWorks 软件提供的 API (应用程序界面) 在线帮助文件,这些均为用户学习中文版 SolidWorks 2011 提供参考。

此外,用户还可通过快捷键访问菜单或自定义菜单命令。在 SolidWorks 中用鼠标右键单击,弹出与上下文相关的快捷菜单,如图 1-10 所示。可在图形区域、【FeatureManager (特征管理器) 设计树】(以下统称为【特征管理器设计树】)中使用快捷菜单。



图 1-9 【帮助】菜单



图 1-10 快捷菜单

## 1.2.2 工具栏

工具栏位于菜单栏的下方,一般分为两排,用户可自定义其位置和显示内容。

工具栏上排一般为【标准】工具栏,如图 1-11 所示,下排一般为【CommandManager (命令管理器) 工具栏,如图 1-12 所示。用户可选择【工具】|【自定义】菜单命令,打开【自定义】对话框,自行定义工具栏。



图 1-11 【标准】工具栏



图 1-12 【CommandManager】工具栏

【标准】工具栏中的各按钮与菜单栏中对应命令的功能相同,其主要按钮与菜单命令的对应关系如表 1-1 所示。

表 1-1 【标准】工具栏主要按钮与菜单命令对应关系

图 标	按 钮	菜 单 命 令
	新建	【文件】 【新建】
	打开	【文件】 【打开】
	保存	【文件】 【保存】
	打印	【文件】 【打印】
	从零件/装配体制作工程图	【文件】 【从零件制作工程图】(在零件窗口中) 【文件】 【从装配体制作工程图】(在装配体窗口中)
	从零件/装配体制作装配体	【文件】 【从零件制作装配体】(在零件窗口中) 【文件】 【从装配体制作装配体】(在装配体窗口中)
	编辑材料	【编辑】 【外观】 【材质】

### 1.2.3 状态栏

状态栏显示了正在操作对象的状态,如图 1-13 所示。

状态栏中提供的信息如下:

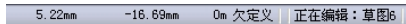


图 1-13 状态栏

(1) 当用户将鼠标指针拖动到工具栏的按钮上或单击菜单命令时进行简要说明。

(2) 当用户对要求重建的草图或零件进行更改时,显示 【重建模型】图标。

(3) 当用户进行草图相关操作时,显示草图状态及鼠标指针的坐标。

(4) 对所选实体进行常规测量,如边线长度等。

(5) 显示用户正在装配体中编辑零件的信息。

(6) 在用户使用【系统选项】对话框中的【协作】选项时,显示可访问【重装】对话框的 图标。

(7) 当用户选择【暂停自动重建模型】命令时,显示“重建模型暂停”。

(8) 显示或者关闭快速提示,可以单击 等图标。

(9) 如果保存通知以分钟进行,显示最近一次保存后至下次保存前的时间间隔。

### 1.2.4 管理器窗口

管理器窗口包括 【特征管理器设计树】、 【PropertyManager (属性管理器)】(以下统称为【属性管理器】)、 【ConfigurationManager (配置管理器)】(以下统称为【配置管理器】)、 【DimXpertManager (公差分析管理器)】(以下统称为【公差分析管理器】)和 【DisplayManager (外观管理器)】(以下统称为【外观管理器】)5 个选项卡,其中【特征管理器设计树】和【属性管理器】使用比较普遍,下面进行详细介绍。

#### 1. 【特征管理器设计树】

【特征管理器设计树】提供激活的零件、装配体或者工程图的大纲视图,可用来观察零件或装配体的生成及查看工程图的图纸和视图,如图 1-14 所示。

【特征管理器设计树】与图形区域为动态链接,可在设计树的任意窗口中选择特征、草图、工程视图和构造几何体。

用户可分割【特征管理器设计树】,以显示出两个【特征管理器设计树】,或将【特征管理器设计树】与【属性管理器】或【配置管理器】进行组合。

#### 2. 【属性管理器】

当用户在【属性管理器】(如图 1-15 所示)中用鼠标右键单击所定义的实体或命令时,弹出相应属性管理器。【属性管理器】可显示草图、零件或特征的属性。

(1) 在【属性管理器】中包含 【确定】、 【保持可见】等按钮。

(2) 【信息】框:引导用户下一步的操作,常列举出实施下一步操作的各种方法,如图 1-16 所示。

(3) 选项组框:包含一组相关参数的设置,带有组标题(如【方向 1】等),单击 或者 箭头图标,可以扩展或者折叠选项组,如图 1-17 所示。

(4) 选择框:处于活动状态时,显示为蓝色,如图 1-18 所示。在其中选择任一项目时,所选项在图形区域高亮显示。若要删除所选项目,用鼠标右键单击该项目,在弹出的菜单中选择【删除】命令(针对某一项目)或者选择【消除选择】命令(针对所有项目),如图 1-19

所示。



图 1-14 【特征管理器设计树】



图 1-15 【属性管理器】

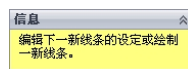


图 1-16 【信息】框



图 1-17 选项组框

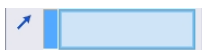


图 1-18 处于活动状态的选择框

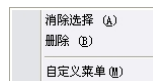


图 1-19 删除选择项目的快捷

菜单

(5) 分隔条：分隔条可控制【属性管理器】窗口的显示，将【属性管理器】与图形区域分开。如果将其来回拖动，则分隔条在【属性管理器】显示的最佳宽度处捕捉到位。当用户生成新文件时，分隔条在最佳宽度处打开。用户可以拖动分隔条以调整【属性管理器】的宽度，如图 1-20 所示。

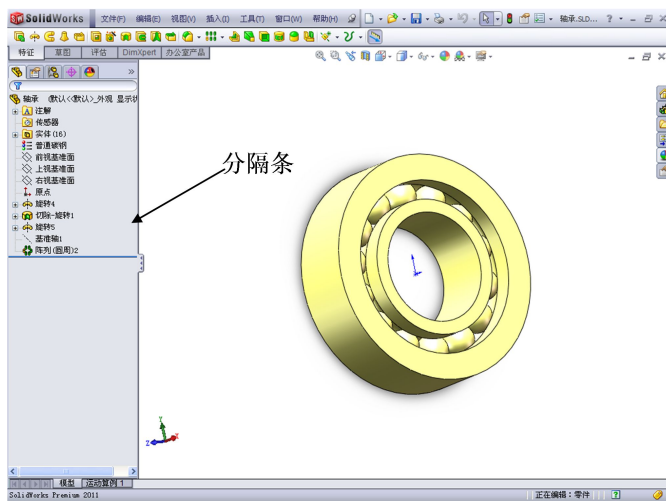


图 1-20 分隔条



### 1.2.5 任务窗口

任务窗口包括【SolidWorks 资源】、【设计库】、【文件探索器】等选项卡，如图 1-21 和图 1-22 所示。

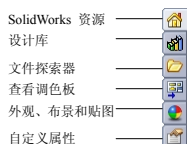


图 1-21 任务窗口选项卡图标

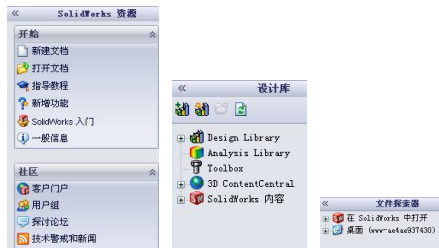


图 1-22 任务窗口

## 1.3 SolidWorks 2011 新增功能

SolidWorks 2011 较以往版本有较大幅度的改进，其中部分新增功能如下。

(1) SolidWorks 2011 大幅改善了工程图绘制功能，自动尺寸排列工具 (Auto Arrange Dimensions tool) 可以简单快速地对尺寸标注进行对齐、交错排列、对中，且具有防止尺寸标注重叠的功能。新的尺寸工具可以实现线性或径向的间隔、共线和交错排列对齐，以及对于多个尺寸的上下左右调整控制。

另外，工程图环境下的双单位支持功能使用户可以在孔表中显示两种单位。例如，用户可以将孔的尺寸显示为毫米值和英寸值。

此外，用户还可在工程图中插入总结焊缝数据的焊接表。

(2) 在装配环境中，用户可以创建圆角和倒角，这有助于进行焊接准备工作。与其他装配体特征一样，用户可以将这些特征也增殖到受其影响的零件。

(3) SolidWorks 2011 在模型显示方面也有所增强，新添的 DisplayManager (外观管理器) 选项卡是外观、贴图、布景、相机、光线和走查管理工作的核心位置。使用外观管理器可查看、编辑和删除应用于当前模型的显示项目；值得注意的是，此版本中 PhotoView 360 不再支持 PhotoWorks，PhotoView 360 是 SolidWorks 中的标准逼真渲染解决方案，它的内在技术已经更新，有助于改善用户体验和最终成果。

(4) 在零件和特征方面的改进：

首先，用户可以直接从 2D 或 3D 面创建曲面拉伸，从包含 2D 或 3D 面的模型创建拉伸曲面，并将拉伸曲面接合到周围的特征。

其次，利用 Defeature 工具，用户可从零件或装配体移除细节并将结果保存到新文件中，文件中的细节被假定实体（即无特征定义或历史的实体）代替。在共享新文件时无须显示模型的设计细节。

用户还可在模型之间共享方程式和全局变量，从模型中将选定的方程式和变量输出到外部文本 (.txt) 文件。然后可以从文本文件将信息输入到其他模型中，也可以选择将模型链接到文本文件，这样在文本文件中所作的更改可更新模型中的方程式和变量。

另外，用户可使用方程式控制零件特征和装配体零部件的压缩状态。在添加方程式对话


框中, 使用 Visual Basic If 函数指定什么时候压缩或解除压缩特征或零部件。

(5) 焊接结构得以改进, 用户可以向焊件零件和装配体及多实体零件添加简化焊缝, 焊缝在模型中显示为图形。焊缝是轻量化单元, 不会影响性能。

## 1.4 文件基本操作

文件的基本操作由【文件】菜单下的命令及【标准】工具栏中的相应命令按钮控制。

### 1.4.1 新建文件

创建新文件时, 需要选择创建文件的类型。选择【文件】|【新建】菜单命令, 或单击工具栏上的【新建】按钮, 可以打开【新建 SolidWorks 文件】对话框, 如图 1-23 所示。

不同类型的文件, 其工作环境是不同的, SolidWorks 提供了不同类型文件的默认工作环境, 对应不同的文件模板。在【新建 SolidWorks 文件】对话框中有三个图标, 分别是零件、装配体及工程图图标。单击对话框中需要创建文件类型的图标, 然后单击【确定】按钮, 就可以建立需要的文件, 并进入默认的工作环境。

在 SolidWorks 2011 中, 【新建 SolidWorks 文件】对话框有两个界面可供选择, 一个是新手界面对话框, 如图 1-23 所示; 另一个是高级界面对话框, 如图 1-24 所示。



图 1-23 【新建 SolidWorks 文件】对话框

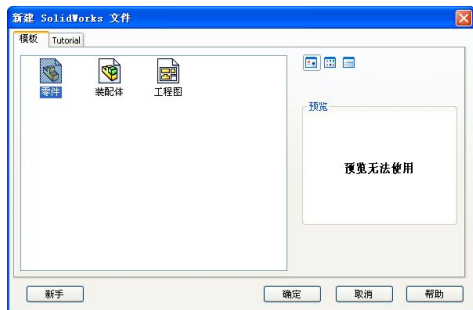






图 1-24 【新建 SolidWorks 文件】对话框的高级界面

单击图 1-23 所示的【新建 SolidWorks 文件】对话框中的【高级】按钮, 就可以进入高级界面; 单击图 1-24 所示的【新建 SolidWorks 文件】中的【新手】按钮, 就可以进入新手界面。新手界面对话框中使用较简单的对话框, 提供零件、装配体和工程图文档的说明; 高级界面对话框中在各个标签上显示模板图标, 当选择某一文件类型时, 模板预览出现在预览框中, 在该界面中, 用户可以保存模板并添加自己的标签, 也可以单击【Tutorial】标签, 切换到【Tutorial】选项卡来访问指导教程模板。

在图 1-24 所示的对话框中有三个图标, 分别是大图图标、列表图标和列出细节图标。单击【大图图标】按钮, 左侧框中的零件、装配体和工程图将以大图图标方式显示; 单击【列表】按钮, 左侧框中的零件、装配体和工程图将以列表方式显示; 单击【列出细节】按钮, 左侧框中的零件、装配体和工程图将以名称、文件大小及已修改的日期等细节方式显示。在实际使用中可以根据实际情况加以选择。

### 1.4.2 打开文件

打开已存储的 SolidWorks 文件，对其进行相应的编辑和操作。选择【文件】|【打开】菜单命令，或单击工具栏上的  【打开】按钮，打开【打开】对话框，如图 1-25 所示。

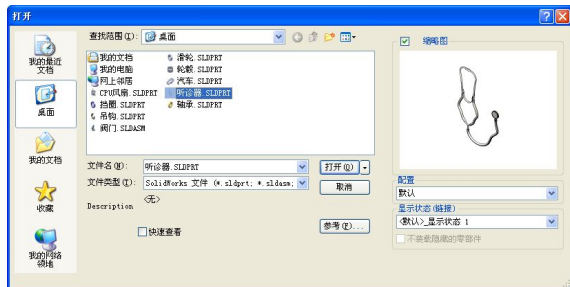



图 1-25 【打开】对话框

【打开】对话框中各项功能如下。

(1) 文件名：输入打开文件的文件名，或者单击文件列表中所需要的文件，文件名称会自动显示在【文件名】文本框中。

(2) 下箭头  (位于【打开】按钮右侧)：单击该按钮，会出现一个列表，如图 1-26 所示。各项的意义如下。

- 以只读打开：以只读方式打开选择的文件，同时允许另一用户有文件写入访问权。
- 添加到收藏：将所选文件的快捷方式添加到收藏文件夹中。

(3) Description (说明)：所选文件的说明，如果说明存在于文档属性中或者是在文档保存时添加，则在说明栏区中出现说明文字。

(4) 快速查看：启用该复选框可以快速查看所选的文件。

(5) 参考：单击该按钮用于显示当前所选装配体或工程图所参考的文件清单，文件清单显示在【编辑参考的文件位置】对话框中，如图 1-27 所示。

(6) 缩略图：启用该复选框可以预览所选的文件。

【打开】对话框中的【文件类型】下拉列表框用于选择显示文件的类型，显示的文件类型并不限于 SolidWorks 类型的文件，如图 1-28 所示。默认的选项是 SolidWorks 文件 (\*.sldprt、\*.sldasm 和 \*.slddrw)。



图 1-26 下拉列表

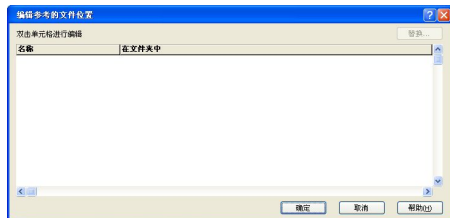


图 1-27 【编辑参考的文件位置】对话框

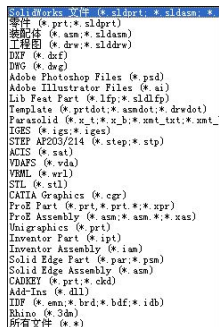


图 1-28 【文件类型】下拉列表框

如果在【文件类型】下拉列表框中选择了其他类型的文件，SolidWorks 软件还可以调用


其他软件所形成的图形并对其进行编辑。

单击选取需要的文件, 并根据实际情况进行设置, 然后单击【打开】对话框中的【打开】按钮, 就可以打开选择的文件, 在操作界面中对其进行相应的编辑和操作。



打开早期版本的 SolidWorks 文件可能需要花费较长的时间, 不过文件在打开并保存一次后, 打开的时间将恢复正常。已转换为 SolidWorks 2011 格式的文件, 将无法在旧版的 SolidWorks 软件中打开。

### 1.4.3 保存文件

文件只有保存起来, 才能在需要时打开该文件对其进行相应的编辑和操作。选择【文件】|【保存】菜单命令, 或单击工具栏上的  【保存】按钮, 打开【另存为】对话框, 如图 1-29 所示。

对话框中各项功能如下。

(1) 保存在: 用于选择文件存放的文件夹。

(2) 文件名: 在该下拉列表框中可输入自行命名的文件名也可使用默认的文件名。

(3) 保存类型: 用于选择所保存文件的类型。通常情况下, 在不同的工作模式下, 系统会自动设置文件的保存类型。保存类型并不限于 SolidWorks 类型的文件, 如\*.sldprt、\*.sldasm 和\*.slddrw, 还可以保存为其他类型的文件, 方便其他软件对其调用并进行编辑。图 1-30 为【保存类型】下拉列表框, 可以看出 SolidWorks 可保存为其他文件的类型。

(4) 参考: 单击该按钮, 会打开【带参考另存为】对话框, 用于设置当前文件参考的文件清单, 如图 1-31 所示。



图 1-29 【另存为】对话框

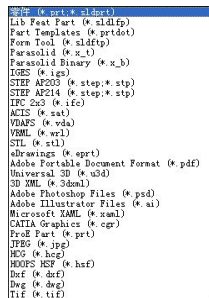


图 1-30 【保存类型】下拉列表框

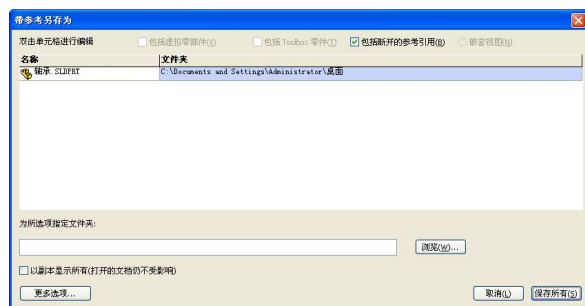



图 1-31 【带参考另存为】对话框



#### 1.4.4 退出 SolidWorks 2011

文件保存完成后, 用户可以退出 SolidWorks 2011 系统。选择【文件】|【退出】菜单命令, 或单击操作界面右上角的 【退出】按钮, 可退出 SolidWorks。

如果在操作过程中不小心执行了退出命令, 或者对文件进行了编辑没有保存文件而执行

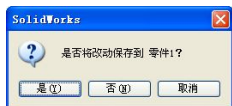


图 1-32 系统提示框

退出命令, 系统会弹出如图 1-32 所示的提示框。如果要保存对文件的修改并退出 SolidWorks 系统, 则单击提示框中的【是】按钮; 如果不保存对文件的修改并退出 SolidWorks 系统, 则单击提示框中的【否】按钮; 如果对该文件不进行任何操作也不退出 SolidWorks 系统, 则单击提示框中的【取消】按钮, 回到原来的操作界面。

### 1.5 参考坐标系

SolidWorks 使用带原点的坐标系, 零件文件包含原有原点。当用户选择基准面或者打开一个草图并选择某一面时, 将生成一个新的原点, 与基准面或者这个面对齐。原点可用做草图实体的定位点, 并有助于定向轴心透视图。三维的视图引导可令用户快速定向到零件和装配体文件中的  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴方向。

参考坐标系的作用归纳起来有以下几点:

(1) 方便 CAD 数据的输入与输出。当 SolidWorks 三维模型导出为 IGES、FEA、STL 等格式时, 此三维模型需要设置参考坐标系; 同样, 当 IGES、FEA、STL 等格式模型被导入到 SolidWorks 中时, 也需要设置参考坐标系。

(2) 方便计算机辅助制造。当 CAD 模型被用于数控加工, 在生成刀具轨迹和 NC 加工程序时需要设置参考坐标系。

(3) 方便质量特征的计算。计算零部件的转动惯量、质心时需要设置参考坐标系。







转动惯量, 即刚体围绕轴转动惯性的度量。质心, 即质量中心, 指物质系统上被认为质量集中于此的一个假想点。

(4) 在装配体环境中方便进行零件的装配。

#### 1.5.1 原点


零件原点显示为蓝色, 代表零件的 (0, 0, 0) 坐标。当草图处于激活状态时, 草图原点显示为红色, 代表草图的 (0, 0, 0) 坐标。可以将尺寸标注和几何关系添加到零件原点中, 但不能添加到草图原点中。


- (1) : 蓝色, 表示零件原点, 每个零件文件中均有一个零件原点。
- (2) : 红色, 表示草图原点, 每个新草图中均有一个草图原点。
- (3) : 表示装配体原点。
- (4) : 表示零件和装配体文件中的视图引导。

#### 1.5.2 参考坐标系的属性设置

可定义零件或装配体的坐标系, 并将此坐标系与测量和质量特性工具一起使用, 也可将

SolidWorks 文件导出为 IGES、STL、ACIS、STEP、Parasolid、VDA 等格式。

单击【参考几何体】工具栏中的【坐标系】按钮（或选择【插入】|【参考几何体】|【坐标系】菜单命令），如图 1-33 所示，系统弹出【坐标系】属性管理器，如图 1-34 所示。

(1) 【原点】：定义原点。单击其选择框，在图形区域中选择零件或者装配体中的 1 个顶点、点、中点或者默认的原点。

(2) 【X 轴】、【Y 轴】、【Z 轴】（此处为与软件界面统一，使用英文大写正体，下同）：定义各轴。单击其选择框，在图形区域中按照以下方法之一定义所选轴的方向。

- 单击顶点、点或者中点，则轴与所选点对齐。
- 单击线性边线或者草图直线，则轴与所选的边线或者直线平行。
- 单击非线性边线或者草图实体，则轴与所选实体上选择的位置对齐。
- 单击平面，则轴与所选面的垂直方向对齐。



(3) 反转轴方向：反转轴的方向。



图 1-33 单击【坐标系】按钮或者选择【坐标系】菜单命令





图 1-34 【坐标系】属性管理器

坐标系定义完成之后，单击【确定】按钮。

### 1.5.3 修改和显示参考坐标系

#### 1. 将参考坐标系平移到新的位置

在【特征管理器设计树】中，用鼠标右键单击已生成的坐标系的图标，在弹出的菜单中选择【编辑特征】命令，系统弹出【坐标系】属性管理器，如图 1-35 所示。在【选择】选项组中，单击【原点】选择框，在图形区域中单击想将原点平移到的点或者顶点处，单击【确定】按钮，原点被移动到指定的位置。

#### 2. 切换参考坐标系的显示

要切换坐标系的显示，可以选择【视图】|【坐标系】菜单命令。菜单命令左侧的图标下沉，表示坐标系可见。

#### 3. 隐藏或者显示参考坐标系

(1) 在【特征管理器设计树】中用鼠标右键单击已生成的坐标系的图标。

(2) 在弹出的菜单中选择【显示】（或【隐藏】）命令，如图 1-36 所示。



图 1-35 【坐标系】属性管理器



图 1-36 选择【显示】命令

## 1.6 参考基准轴

参考基准轴是参考几何体中的重要组成部分。在生成草图几何体或圆周阵列时常使用参考基准轴。

参考基准轴的用途较多，概括起来为以下 3 项：

(1) 参考基准轴作为中心线。基准轴可作为圆柱体、圆孔、回转体的中心线。通常情况下，拉伸一个草图绘制的圆得到一个圆柱体或通过旋转得到一个回转体时，SolidWorks 会自动生成一个临时轴，但生成圆角特征时系统不会自动生成临时轴。

(2) 作为参考轴，辅助生成圆周阵列等特征。

(3) 基准轴作为同轴度特征的参考轴。当两个均包含基准轴的零件需要生成同轴度特征时，可选择各个零件的基准轴作为几何约束条件，使两个基准轴在同一轴上。

### 1.6.1 临时轴

每个圆柱和圆锥面都有一条轴线。临时轴是由模型中的圆锥和圆柱隐含生成的，临时轴常被设置为基准轴。

可设置隐藏或显示所有临时轴。选择【视图】|【临时轴】菜单命令，如图 1-37 所示，表示临时轴可见，图形区域显示如图 1-38 所示。



图 1-37 选择【临时轴】菜单命令

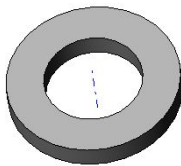




图 1-38 显示临时轴

### 1.6.2 参考基准轴的属性设置

单击【参考几何体】工具栏中的【基准轴】按钮（或者选择【插入】|【参考几何体】|【基准轴】菜单命令），系统弹出【基准轴】属性管理器，如图 1-39 所示。

在【选择】选项组中选择以生成不同类型的基准轴。

(1) 【一直线/边线/轴】：选择一条草图直线或边线作为基准轴，或双击选择临时轴作为基准轴，如图 1-40 所示。

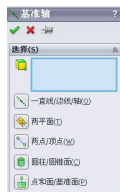


图 1-39 【基准轴】属性管理器

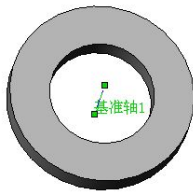







图 1-40 选择临时轴作为基准轴

(2) 【两平面】：选择两个平面，利用两个面的交叉线作为基准轴。

(3) 【两点/顶点】：选择两个顶点、点或者中点之间的连线作为基准轴。

(4)  **【圆柱/圆锥面】**: 选择一个圆柱或者圆锥面, 利用其轴线作为基准轴。

(5)  **【点和面/基准面】**: 选择一个平面 (或者基准面), 然后选择一个顶点 (或者点、中点等), 由此所生成的轴通过所选择的顶点 (或者点、中点等) 垂直于所选的平面 (或者基准面)。

设置属性完成后, 检查  **【参考实体】** 选择框中列出的项目是否正确。

### 1.6.3 显示参考基准轴

选择 **【视图】|【基准轴】** 菜单命令, 可以看到菜单命令左侧的图标下沉, 如图 1-41 所示, 表示基准轴可见 (再次选择该命令, 该图标恢复即为关闭基准轴的显示)。



图 1-41 选择 **【基准轴】** 菜单命令

在 **【特征管理器设计树】** 中默认提供前视、上视及右视基准面, 除了默认的基准面外, 可以生成参考基准面。参考基准面用来绘制草图和为特征生成几何体。

在 SolidWorks 中, 参考基准面的用途很多, 总结为以下几项:

(1) 作为草图绘制平面。三维特征的生成需要绘制二维特征截面, 如果三维物体在空间中无合适的草图绘制平面可供使用, 可以生成基准面作为草图绘制平面。

(2) 作为视图定向参考。三维零部件的草图绘制正视方向需要定义两个相互垂直的平面才可以确定, 基准面可以作为三维实体方向决定的参考平面。


(3) 作为装配时零件相互配合的参考面。零件在装配时可能利用许多平面以定义配合、对齐等, 这里的配合平面类型可以是 SolidWorks 初始定义的上视、前视、右视三个基准平面, 可以是零件的表面, 也可以是用户自行定义的参考基准面。

(4) 作为尺寸标注的参考。在 SolidWorks 中开始零件的三维建模时, 系统中已存在三个相互垂直的基准面, 生成特征后进行尺寸标注时, 如果可以选择零件上的面或者原来生成的任意基准面, 则最好选择基准面, 以免导致不必要的特征父子关系。


(5) 作为模型生成剖面视图的参考面。在装配体或者复杂零件等模型中, 有时为了看清模型的内部构造, 必须定义一个参考基准面, 并利用此基准面剖切壳体, 得到一个视图以便观察模型的内部结构。


(6) 作为拔模特征的参考面。在型腔零件生成拔模特征时, 需要定义参考基准面。


#### 1.7.1 参考基准面的属性设置

单击 **【参考几何体】** 工具栏中的  **【基准面】** 按钮 (或者选择 **【插入】|【参考几何体】|【基准面】** 菜单命令), 系统弹出 **【基准面】** 属性管理器, 如图 1-42 所示。

在 **【选择】** 选项组中, 选择需要生成的基准面类型及项目。

(1)  **【平行】**: 通过模型的表面生成一个基准面, 如图 1-43 所示。

(2)  **【重合】**: 通过一个点、线和面生成基准面。

(3)  **【两面夹角】**: 通过一条边线 (或者轴线、草图线等) 与一个面 (或者基准面)

成一定夹角生成基准面，如图 1-44 所示。



图 1-42 【基准面】属性管理器

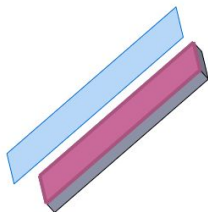



图 1-43 通过平面生成一个基准面

(4)  **【偏移距离】**: 在平行于一个面（或基准面）指定距离处生成等距基准面。首先选择一个平面（或基准面），然后设置【距离】数值，如图 1-45 所示。

(5) **【反转】**: 启用此复选框，在相反的方向生成基准面。

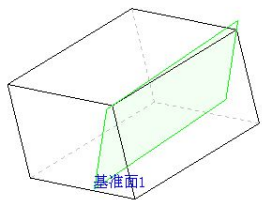


图 1-44 两面夹角生成基准面

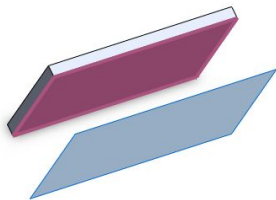


图 1-45 生成等距距离基准面

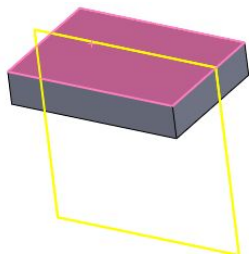



图 1-46 垂直于曲线生成基准面



在 SolidWorks 中，等距距离平面有时也被称为偏置平面，以便与 AutoCAD 等软件里的偏置概念相统一。在混合特征中经常用等距距离生成多个平行平面的构成方法。

(6)  **【垂直】**: 可生成垂直于一条边线、轴线或者平面的基准面，如图 1-46 所示。

## 1.7.2 修改参考基准面

### 1. 修改参考基准面之间的等距距离或者角度

双击基准面，显示等距距离或角度。双击尺寸或角度数值，在弹出的【修改】对话框中输入新的数值，如图 1-47 所示；也可在【特征管理器设计树】中用鼠标右键单击已生成的基准面的图标，从弹出的菜单中选择【编辑特征】命令，在【基准面】属性管理器中的【选择】

选项组中输入新数值以定义基准面，单击  【确定】按钮。

## 2. 调整参考基准面的大小

可使用基准面控标和边线来移动、复制基准面或者调整基准面的大小。要显示基准面控标，可在【特征管理器设计树】中单击已生成的基准面的图标或在图形区域单击基准面的名称，也可选择基准面的边线，然后进行调整，如图 1-48 所示。

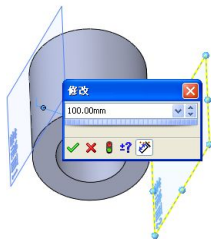


图 1-47 在【修改】对话框中修改数值

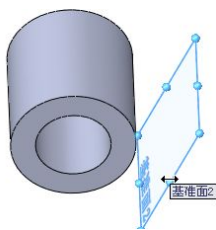


图 1-48 显示基准面控标

利用基准面控标和边线，可以进行以下操作：

- (1) 拖动边角或者边线控标以调整基准面的大小。
- (2) 拖动基准面的边线以移动基准面。

(3) 通过在图形区域选择基准面以复制基准面，然后按住键盘上的 Ctrl 键并使用边线将基准面拖动至新的位置，生成一个等距基准面，如图 1-49 所示。

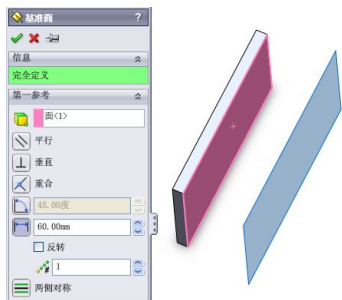










图 1-49 生成等距基准面

## 1.8 参考点

SolidWorks 可生成多种类型的参考点用以构造对象，还可在彼此间已指定距离分割的曲线上生成指定数量的参考点。通过选择【视图】|【点】菜单命令，切换参考点的显示。

单击【参考几何体】工具栏中的  【点】按钮（或者选择【插入】|【参考几何体】|【点】菜单命令），系统弹出【点】属性管理器，如图 1-50 所示。在【选择】选项组中，单击  【参考实体】选择框，在图形区域选择用以生成点的实体；选择要生成的点的类型，可单击  【圆弧中心】、 【面中心】、 【交叉点】、 【投影】等按钮。

单击  【沿曲线距离或多个参考点】按钮，可沿边线、曲线或草图线段生成一组参考点，输入距离或百分比数值（如果数值对于生成所指定的参考点数太大，会出现信息提示设置较小的数值）。

- (1) 【距离】：按照设置的距离生成参考点数。
- (2) 【百分比】：按照设置的百分比生成参考点数。
- (3) 【均匀分布】：在实体上均匀分布的参考点数。
- (4)  【参考点数】：设置沿所选实体生成的参考点数。


属性设置完成后，单击  【确定】按钮，生成参考点，如图 1-51 所示。





图 1-50 【点】属性管理器

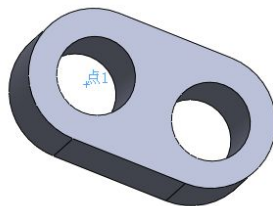


图 1-51 生成参考点



## 第2章 草图设计

使用 SolidWorks 软件进行设计是由绘制草图开始的，在草图基础上生成特征模型，进而生成零件等，因此，草图绘制对 SolidWorks 三维零件的模型生成非常重要，是使用该软件的基础。一个完整的草图包括几何形状、几何关系和尺寸标注等信息，草图绘制是 SolidWorks 进行三维建模的基础。本章将详细介绍草图绘制、草图编辑及其他生成草图的方法。

### 2.1 基本概念

在使用草图绘制命令前，首先要了解草图绘制的基本概念，以更好地掌握草图绘制和草图编辑的方法。本节主要介绍草图的基本操作、认识草图绘制工具栏，熟悉绘制草图时光标的显示状态。

#### 2.1.1 图形区域

草图必须绘制在平面上，这个平面既可以是基准面，也可以是三维模型上的平面。初始进入草图绘制状态时，系统默认有三个基准面：前视基准面、右视基准面和上视基准面，如图 2-1 所示。由于没有其他平面，因此零件的初始草图绘制是从系统默认的基准面开始的。

##### 1. 【草图】工具栏

【草图】工具栏中的工具按钮作用于图形区域中的整个草图，如图 2-2 所示。

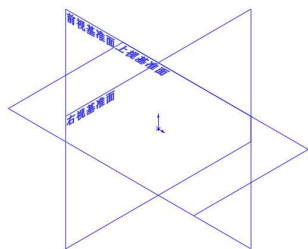


图 2-1 系统默认的基准面



图 2-2 【草图】工具栏

##### 2. 状态栏

当草图处于激活状态时，图形区域底部的状态栏会显示草图的状态，如图 2-3 所示。

(1) 绘制实体时显示鼠标指针位置的坐标。

(2) 显示“过定义”、“欠定义”或者“完全定义

等草图状态。



图 2-3 状态栏

(3) 如果工作时草图网格线为关闭状态，提示处于绘制状态，例如：“正在编辑：草图 n”（n 为草图绘制时的标号）。


(4) 当鼠标指针指向菜单命令或者工具按钮时，状态栏左侧会显示此命令或按钮的简要说明。


### 3. 草图原点



激活的草图其原点为红色，可通过原点了解所绘制草图的坐标。零件中的每个草图都有自己的原点，所以在一个零件中通常有多个草图原点。当草图打开时，不能关闭对其原点的显示。


## 2.1.2 绘制草图的流程

绘制草图时的流程很重要，必须考虑先从哪里入手来绘制复杂草图，以及在基准面或平面上绘制草图时如何选择基准面等。下面介绍绘制的流程。

(1) 生成新文件。单击【标准】工具栏中的【新建】按钮或选择【文件】|【新建】菜单命令，打开【新建 SolidWorks 文件】对话框，单击【零件】图标，然后单击【确定】按钮。

(2) 进入草图绘制状态。选择基准面或某一平面，单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮或选择【插入】|【草图绘制】菜单命令，也可用鼠标右键单击【特征管理器设计树】中的草图或零件的图标，在弹出的菜单中选择【编辑草图】命令。

(3) 选择基准面。进入草图绘制后，此时绘图区域出现如图 2-4 所示的系统默认基准面，系统要求选择基准面。选择的第一个草图基准面决定零件的方位。默认情况下，新草图在前视基准面中打开。也可在【特征管理器设计树】或图形区域选择任意平面作为草图绘制的平面，单击【视图】工具栏中的【视图定向】按钮，在弹出的菜单中选择【正视于】命令，将视图切换至指定平面的法线方向。

(4) 如果操作时出现错误或需要修改，可选择【视图】|【修改】|【视图定向】菜单命令，在弹出的【方向】对话框中单击【更新标准视图】按钮重新定向，如图 2-5 所示。

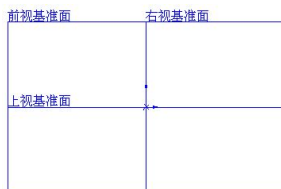


图 2-4 系统默认基准面

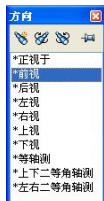





图 2-5 【方向】对话框

(5) 选择切入点。在设计零件基体特征时常会面临这样的选择。在一般情况下，利用一个有复杂轮廓的草图生成拉伸特征，与利用一个有较简单轮廓的草图生成拉伸特征、再添加几个额外的特征，具有相同的结果。

(6) 使用各种草图绘制工具绘制草图实体，如直线、矩形、圆、样条曲线等。

(7) 在【属性管理器】中对绘制的草图进行属性设置，或单击【草图】工具栏中的【智能尺寸】按钮和【尺寸/几何关系】工具栏中的【添加几何关系】按钮，添加尺寸和几何关系。

(8) 关闭草图。完成并检查草图绘制后，单击【草图】工具栏中的【退出草图】按钮，退出草图绘制状态。

## 2.1.3 草图选项

### 1. 设置草图的系统选项

选择【工具】|【选项】菜单命令，弹出【系统选项】对话框，选择【草图】选项并进行设置，如图 2-6 所示，单击【确定】按钮。

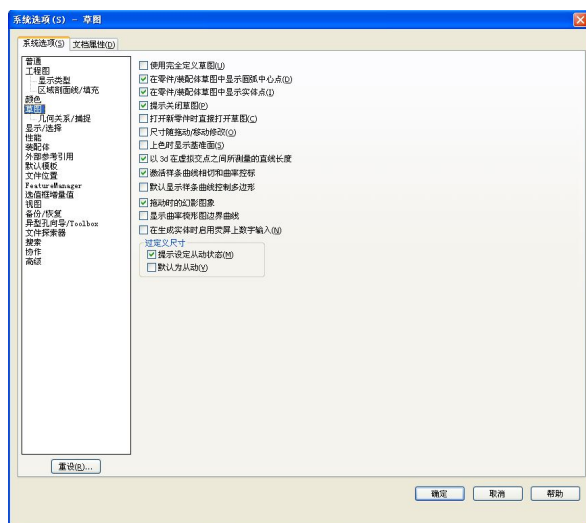


图 2-6 【系统选项】对话框

(1) **【使用完全定义草图】**：启用该复选框，必须完全定义用来生成特征的草图。

(2) **【在零件/装配体草图中显示圆弧中心点】**：启用该复选框，草图中显示圆弧中心点。

(3) **【在零件/装配体草图中显示实体点】**：启用该复选框，草图实体的端点以实心原点的方式显示。该原点的颜色反映草图实体的状态（即黑色为“完全定义”，蓝色为“欠定义”，红色为“过定义”，绿色为“当前所选定的草图”）。无论选项如何设置，过定义的点与悬空的点总是会显示出来。

(4) **【提示关闭草图】**：启用该复选框，如果生成一个有开环轮廓且可用模型的边线封闭的草图，系统会弹出提示信息：“封闭草图至模型边线？”可选择用模型的边线封闭草图轮廓及方向。

(5) **【打开新零件时直接打开草图】**：启用该复选框，在打开新零件窗口的同时进入草图绘制状态。

(6) **【尺寸随拖动/移动修改】**：启用该复选框，可通过拖动草图实体或在**【移动】**、**【复制】**属性管理器中移动实体以修改尺寸值，拖动后，尺寸自动更新；也可选择**【工具】|【草图设定】|【尺寸随拖动/移动修改】**菜单命令。

(7) **【上色时显示基准面】**：启用该复选框，在上色模式下编辑草图时，基准面被着色。

(8) **【以 3d 在虚拟交点之间所测量的直线长度】**：从虚拟交点处而不是三维草图中的端点测量直线长度。

(9) **【激活样条曲线相切和曲率控制】**：为相切和曲率显示样条曲线控制。

(10) **【默认显示样条曲线控制多边形】**：显示空间中用于操纵对象形状的一系列控制点以操纵样条曲线的形状显示。

(11) **【拖动时的幻影图像】**：在拖动草图时显示草图实体原有位置的幻影图像。

(12) **【过定义尺寸】**选项组，可设置如下选项。

- **【提示设定从动状态】**：启用该复选框，当一个过定义尺寸被添加到草图中时，会弹

出对话框询问尺寸是否为“从动”。此复选框可以单独使用，也可与【默认为从动】选项配合使用。根据选项，当一个过定义尺寸被添加到草图中时，会出现后面 4 种情况之一，即弹出对话框并默认为“从动”、弹出对话框并默认为“驱动”、尺寸以“从动”出现、尺寸以“驱动”出现。

- **【默认为从动】**：启用该复选框，当一个过定义尺寸被添加到草图中时，尺寸默认为“从动”。

## 2. 【草图设定】菜单

选择【工具】|【草图设定】菜单命令，弹出【草图设定】菜单，如图 2-7 所示，在此菜单中可以使用草图的各种设定方法。



图 2-7 【草图设定】菜单

(1) **【自动添加几何关系】**：在添加草图实体时自动建立几何关系。

(2) **【自动求解】**：在生成零件时自动求解草图几何体。

(3) **【激活捕捉】**：可激活快速捕捉功能。

(4) **【移动时不求解】**：可在不解出尺寸或几何关系的情况下，在草图中移动草图实体。

(5) **【独立拖动单一草图实体】**：可从实体中拖动单一草图实体。

(6) **【尺寸随拖动/移动修改】**：拖动草图实体或在【移动】、【复制】属性管理器中将其移动以覆盖尺寸。

## 3. 草图网格线和捕捉

当草图或者工程图处于激活状态时，可选择在当前的草图或工程图上显示网格线。由于 SolidWorks 是参变量式设计，所以草图网格线和捕捉功能并不像 AutoCAD 那么重要，在大多数情况下不需要使用该功能。

### 2.1.4 草图绘制工具

与草图绘制相关的工具有【草图工具】、【草图绘制实体】、【草图设定】三种，可通过下列三种方法使用这些工具：

(1) 在【草图】工具栏中单击需要的按钮。

(2) 选择【工具】|【草图绘制实体】菜单命令。


(3) 在草图绘制状态中使用快捷菜单。用鼠标右键单击时，只有适用的草图绘制工具和标注几何关系工具才会显示在快捷菜单中。

### 2.1.5 光标

在 SolidWorks 中，绘制草图实体或者编辑草图实体时，光标会根据所选择的命令，在绘图时变为相应的图标。而且 SolidWorks 软件提供自动判断绘图位置的功能，在执行命令时，自动寻找端点、中心点、圆心、交点、中点等，这样提高了鼠标定位的准确性和快速性，提高了绘制图形的效率。

执行不同命令时，光标会在不同草图实体及特征实体上显示不同的类型，光标既可以在草图实体上形成，也可以在特征实体上形成。在特征实体上的光标，只能在绘图平面的实体边缘产生。

下面为几种常见的光标类型。



-  【点】光标：执行绘制点命令时光标的显示。
-  【线】光标：执行绘制直线或者中心线命令时光标的显示。
-  【圆心/起/终点画弧】光标：执行绘制圆心/起/终点画弧命令时光标的显示。
-  【圆】光标：执行绘制圆命令时光标的显示。
-  【椭圆】光标：执行绘制椭圆命令时光标的显示。
-  【抛物线】光标：执行绘制抛物线命令时光标的显示。
-  【样条曲线】光标：执行绘制样条曲线命令时光标的显示。
-  【边角矩形】光标：执行绘制边角矩形命令时光标的显示。
-  【多边形】光标：执行绘制多边形命令时光标的显示。
-  【剪裁草图实体】光标：执行剪裁草图实体命令时光标的显示。
-  【延伸草图实体】光标：执行延伸草图实体命令时光标的显示。
-  【标注尺寸】光标：执行标注尺寸命令时光标的显示。
-  【圆周阵列草图】光标：执行圆周阵列草图命令时光标的显示。
-  【线性阵列草图】光标：执行线性阵列草图命令时光标的显示。

## 2.2 绘制草图

上一节介绍了草图绘制命令按钮及其基本概念，本节将介绍草图绘制命令的使用方法。在 SolidWorks 建模过程中，大部分特征都需要先建立草图实体然后再执行特征命令，因此本节的学习非常重要。

### 2.2.1 直线


#### 1. 绘制直线的方法

(1) 单击【草图】工具栏中的【直线】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【直线】菜单命令，系统弹出【插入线条】属性管理器，如图 2-8 所示，鼠标指针变为形状。

(2) 可按照下述方法生成单一线条或直线链。

生成单一线条：在图形区域单击鼠标左键，定义直线起点的位置，将鼠标指针拖动到直线的终点位置后释放鼠标。

生成直线链：将鼠标指针拖动到直线的一个终点位置单击鼠标左键，然后将鼠标指针拖动到直线的第二个终点位置再次单击鼠标左键，最后单击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【选择】命令或【结束链】命令后结束绘制。

(3) 单击【确定】按钮，完成直线绘制。

#### 2. 【插入线条】属性设置

在【插入线条】属性管理器中可编辑直线的以下属性。

(1) 【方向】选项组。

- 【按绘制原样】：单击鼠标左键并拖动鼠标指针绘制出一条任意方向的直线后释放鼠标；也可在绘制一条任意方向的直线后，继续绘制其他任意方向的直线，然后双击鼠标左键结束绘制。

- **【水平】**：绘制水平线，直到释放鼠标。
- **【竖直】**：绘制竖直线，直到释放鼠标。
- **【角度】**：以一定角度绘制直线，直到释放鼠标（此处的角度相对于水平线而言）。

## (2) 【选项】选项组。

- **【作为构造线】**：可以将实体直线转换为构造几何体的直线。
- **【无限长度】**：生成一条可剪裁的、无限长度的直线。

## 3. 【线条属性】属性设置

在图形区域选择绘制的直线，【属性管理器】中弹出【线条属性】属性管理器，设置该直线属性，如图 2-9 所示。

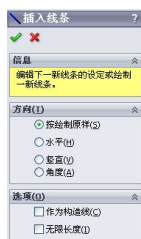


图 2-8 【插入线条】属性管理器



图 2-9 【线条属性】属性管理器

## (1) 【现有几何关系】选项组。

该选项组显示现有几何关系，即草图绘制过程中自动推理或使用【添加几何关系】选项组手动生成的现有几何关系。该选项组还显示所选草图实体的状态信息，如“欠定义”、“完全定义”等。



## (2) 【添加几何关系】选项组。

该选项组可将新的几何关系添加到所选草图实体中，其中只列举了所选直线实体可使用的几何关系，如【水平】、【竖直】和【固定】等。





## (3) 【选项】选项组。

- **【作为构造线】**：可以将实体直线转换为构造几何体的直线。
- **【无限长度】**：可以生成一条可剪裁的、无限长度的直线。

## (4) 【参数】选项组。

-  **【长度】**：设置该直线的长度。
-  **【角度】**：相对于网格线的角度，水平角度为  $180^\circ$ ，竖直角为  $90^\circ$ ，且逆时针为正向。



## (5) 【额外参数】选项组。

-  **【开始 X 坐标】**：开始点的  $x$  坐标。
-  **【开始 Y 坐标】**：开始点的  $y$  坐标。
-  **【结束 X 坐标】**：结束点的  $x$  坐标。
-  **【结束 Y 坐标】**：结束点的  $y$  坐标。
- **ΔX** **【Delta X】**：开始点和结束点  $x$  坐标之间的偏移。
- **ΔY** **【Delta Y】**：开始点和结束点  $y$  坐标之间的偏移。



## 2.2.2 圆

### 1. 绘制圆的方法

(1) 单击【草图】工具栏中的【圆】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【圆】菜单命令，系统弹出【圆】属性管理器，如图 2-10 所示，鼠标指针变为形状。



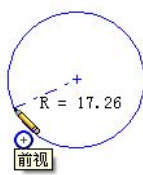
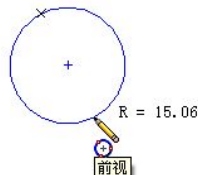
(2) 在【圆类型】选项组中，若选中【圆】单选按钮，则在图形区域单击鼠标左键可放置圆心；若选中【周边圆】单选按钮，在图形区域单击鼠标左键可放置圆弧，如图 2-11 所示。



图 2-10 【圆】属性管理器



中央创建



周边创建

图 2-11 选择两种不同的绘制方式

(3) 拖动鼠标指针以定义半径。

(4) 设置圆的属性，单击【确定】按钮，完成圆的绘制。

### 2. 【圆】属性设置

在图形区域选择绘制的圆，系统弹出【圆】属性管理器，可设置其属性，如图 2-12 所示。

(1) 【现有几何关系】选项组。

可显示现有几何关系及所选草图实体的状态信息。

(2) 【添加几何关系】选项组。

可将新的几何关系添加到所选的草图实体圆中。

(3) 【选项】选项组。

可启用【作为构造线】复选框，将实体圆转换为构造几何体的圆。

(4) 【参数】选项组。

用来设置圆心的位置坐标和圆的半径尺寸。




- 【X 坐标置中】：设置圆心的  $x$  坐标。
- 【Y 坐标置中】：设置圆心的  $y$  坐标。
- 【半径】：设置圆的半径。




图 2-12 【圆】属性管理器


## 2.2.3 圆弧


圆弧有【圆心/起/终点画弧】、【切线弧】和【3 点圆弧】三种类型。

### 1. 圆心/起/终点画弧



(1) 单击【草图】工具栏中的【圆心/起/终点画弧】按钮或者选择【工具】|【草图绘





制实体】|【圆心/起/终点画弧】菜单命令，鼠标指针变为形状。

- (2) 确定圆心，在图形区域单击鼠标左键放置圆弧圆心。
- (3) 拖动鼠标指针放置起点、终点。
- (4) 单击鼠标左键，显示圆周参考线。
- (5) 拖动鼠标指针确定圆弧的长度和方向，然后单击鼠标左键。
- (6) 设置圆弧属性，单击【确定】按钮，完成圆弧的绘制。

## 2. 绘制切线弧



单击【草图】工具栏中的【切线弧】按钮，可生成一条与草图实体（如直线、圆弧、椭圆或者样条曲线等）相切的弧线，也可利用自动过渡将绘制直线切换到绘制圆弧，而不必单击【切线弧】按钮。


(1) 单击【草图】工具栏中的【切线弧】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【切线弧】菜单命令。

(2) 在直线、圆弧、椭圆或者样条曲线的端点单击鼠标左键，系统弹出【圆弧】属性管理器，鼠标指针变为形状。

- (3) 拖动鼠标指针绘制所需的形状，单击鼠标左键。
- (4) 设置圆弧的属性，单击【确定】按钮，完成圆弧的绘制。

## 3. 绘制 3 点圆弧

(1) 单击【草图】工具栏中的【3 点圆弧】按钮或者选择【工具】|【草图绘制实体】|【3 点圆弧】菜单命令，系统弹出【圆弧】属性管理器，鼠标指针变为形状。

- (2) 在图形区域单击鼠标左键确定圆弧的起点位置。
- (3) 将鼠标指针拖动到圆弧结束处，再次单击鼠标左键确定圆弧的终点位置。
- (4) 拖动圆弧设置圆弧的半径，必要时可更改圆弧的方向，单击鼠标左键。
- (5) 设置圆弧的属性，单击【确定】按钮，完成圆弧的绘制。

## 4. 【圆弧】属性设置

在【圆弧】属性管理器中，可设置所绘制的【圆心/起/终点画弧】、【切线弧】和【3 点圆弧】的属性，如图 2-13 所示。

### (1) 【现有几何关系】选项组。

显示现有的几何关系，即在草图绘制过程中自动推理或使用【添加几何关系】选项组手动生成的几何关系（在列表中选择某一几何关系时，图形区域的标注会高亮显示）；显示所选草图实体的状态信息，如“欠定义”、“完全定义”等。

### (2) 【添加几何关系】选项组。

只列举所选实体可使用的几何关系，如【固定】等。

### (3) 【选项】选项组。

启用【作为构造线】复选框，可将实体圆弧转换为构造几何体的圆弧。









### (4) 【参数】选项组。

如果圆弧不受几何关系约束，可指定以下参数中的任何适当组合以定义圆弧。当更改一



图 2-13 【圆弧】属性管理器


个或者多个参数时，其他参数会自动更新。

-  【X 坐标置中】：设置圆心  $x$  坐标。
-  【Y 坐标置中】：设置圆心  $y$  坐标。
-  【开始 X 坐标】：设置开始点  $x$  坐标。
-  【开始 Y 坐标】：设置开始点  $y$  坐标。
-  【结束 X 坐标】：设置结束点  $x$  坐标。
-  【结束 Y 坐标】：设置结束点  $y$  坐标。
-  【半径】：设置圆弧的半径。
-  【角度】：设置端点到圆心的角度。

## 2.2.4 椭圆和椭圆弧

使用【椭圆（长短轴）】命令可生成一个完整的椭圆；使用【部分椭圆】命令可生成一个椭圆弧。

### 1. 绘制椭圆

(1) 选择【工具】|【草图绘制实体】|【椭圆（长短轴）】菜单命令，系统弹出【椭圆】属性管理器，鼠标指针变为形状。


(2) 在图形区域单击鼠标左键放置椭圆中心。

(3) 拖动鼠标指针并单击鼠标左键定义椭圆的长轴（或者短轴）。

(4) 拖动鼠标指针并再次单击鼠标左键定义椭圆的短轴（或者长轴）。

(5) 设置椭圆的属性，单击【确定】按钮，完成椭圆的绘制。

### 2. 绘制椭圆弧


(1) 选择【工具】|【草图绘制实体】|【部分椭圆】菜单命令，系统弹出【椭圆】属性管理器，鼠标指针变为形状。

(2) 在图形区域单击鼠标左键放置椭圆的中心位置

(3) 拖动鼠标指针并单击鼠标左键定义椭圆的第一轴。

(4) 拖动鼠标指针并单击鼠标左键定义椭圆的第二个轴，保留圆周引导线。

(5) 围绕圆周拖动鼠标指针定义椭圆弧的范围。

(6) 设置椭圆弧属性，单击【确定】按钮，完成椭圆弧的绘制。

### 3. 【椭圆】属性设置

在【椭圆】属性管理器中编辑其属性，其中大部分选项组中的属性设置与【圆】属性设置相似，如图 2-14 所示，在此不做赘述。

【参数】选项组中，圆心、短轴、长轴后面的数值框分别定义圆心的  $x$ 、 $y$  坐标和短、长轴的长度。





(1)  【X 坐标置中】：设置椭圆圆心的  $x$  坐标。





图 2-14 【椭圆】属性管理器



- (2)  **【Y 坐标置中】**: 设置椭圆圆心的  $y$  坐标。
- (3)  **【半径 1】**: 设置椭圆长轴的半径。
- (4)  **【半径 2】**: 设置椭圆短轴的半径。

## 2.2.5 矩形和平行四边形

使用**【矩形】**命令可生成水平或竖直的矩形；使用**【平行四边形】**命令可生成任意角度的平行四边形。

(1) 单击**【草图】**工具栏中的 **【边角矩形】**按钮或选择**【工具】|【草图绘制实体】|【矩形】**菜单命令，鼠标指针变为形状。

(2) 在图形区域单击鼠标左键放置矩形的第一个顶点，拖动鼠标指针定义矩形。在拖动鼠标指针时，会动态显示矩形的尺寸，当矩形的大小和形状符合要求时释放鼠标。

(3) 要更改矩形的大小和形状，可选择并拖动一条边或一个顶点。在**【线条属性】**或**【点】**属性管理器中，**【参数】**选项组定义其位置坐标、尺寸等，也可以使用 **【智能尺寸】**按钮，定义矩形的位置坐标、尺寸等。单击 **【确定】**按钮，完成矩形的绘制。

平行四边形的绘制方法与矩形类似，选择**【工具】|【草图绘制实体】|【平行四边形】**菜单命令即可。


如果需要改变矩形或平行四边形中单条边线的属性，可选择该边线，在**【线条属性】**属性管理器中编辑其属性。

## 2.2.6 抛物线




使用**【抛物线】**命令可生成各种类型的抛物线。

### 1. 绘制抛物线

(1) 选择**【工具】|【草图绘制实体】|【抛物线】**菜单命令，鼠标指针变为形状。

(2) 在图形区域单击鼠标左键放置抛物线的焦点，然后将鼠标指针拖动到起点处，沿抛物线轨迹绘制抛物线，系统弹出**【抛物线】**属性管理器。

(3) 单击鼠标左键并拖动鼠标指针定义抛物线，设置抛物线属性，单击 **【确定】**按钮，完成抛物线的绘制。

### 2. 【抛物线】属性设置



(1) 在图形区域选择绘制的抛物线，当鼠标指针位于抛物线上时会变成形状。系统弹出**【抛物线】**属性管理器，如图 2-15 所示。

图 2-15 **【抛物线】**属性管理器

(2) 当选择抛物线顶点时，鼠标指针变成形状，拖动顶点可改变曲线的形状。

将顶点拖离焦点时，抛物线开口扩大，曲线展开。

将顶点拖向焦点时，抛物线开口缩小，曲线变尖锐。

要改变抛物线一条边的长度而不修改抛物线的曲线，则应选择一个端点进行拖动。

(3) 设置抛物线的属性。

在图形区域选择绘制的抛物线，然后在**【抛物线】**属性管理器中编辑其属性。


-  【开始 X 坐标】：设置开始点  $x$  坐标。
-  【开始 Y 坐标】：设置开始点  $y$  坐标。
-  【结束 X 坐标】：设置结束点  $x$  坐标。
-  【结束 Y 坐标】：设置结束点  $y$  坐标。
-  【X 坐标置中】：将  $x$  坐标置中。
-  【Y 坐标置中】：将  $y$  坐标置中。
-  【极点 X 坐标】：设置极点  $x$  坐标。
-  【极点 Y 坐标】：设置极点  $y$  坐标。



其他属性与【圆】属性设置相似，在此不做赘述。

### 2.2.7 多边形


使用【多边形】命令可以生成带有任何数量边的等边多边形。用内切圆或者外接圆的直径定义多边形的大小，还可指定旋转角度。

#### 1. 绘制多边形

(1) 选择【工具】|【草图绘制实体】|【多边形】菜单命令，鼠标指针变为形状，系统弹出【多边形】属性管理器。

(2) 在【参数】选项组的【边数】数值框中设置多变形的边数，或在绘制多边形之后修改其边数，选中【内切圆】或【外接圆】单选按钮，并在【圆直径】数值框中设置圆直径数值。

(3) 在图形区域单击鼠标左键放置多边形的中心，然后拖动鼠标指针定义多边形。

(4) 设置多边形的属性，单击【确定】按钮，完成多边形的绘制。

#### 2. 【多边形】属性设置

完成多边形的绘制后，可通过编辑多边形属性来改变多边形的大小、位置、形状等。

(1) 用鼠标右键单击多边形的一条边，在弹出的菜单中选择【编辑多边形】命令。



(2) 系统弹出【多边形】属性管理器，如图 2-16 所示编辑多边形的属性。



图 2-16 【多边形】属性管理器

### 2.2.8 点

使用【点】命令，可将点插入草图和工程图中。

(1) 单击【草图】工具栏中的【点】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【点】菜单命令，鼠标指针变为形状。

(2) 在图形区域单击鼠标左键放置点，系统弹出【点】属性管理器，如图 2-17 所示。【点】命令保持激活，可继续插入点。



要设置点的属性，可选择绘制的点后在【点】属性管理器中进行编辑。



图 2-17 【点】属性管理器

## 2.2.9 中心线

利用【中心线】命令可绘制中心线，作为草图镜像及旋转特征操作的旋转中心轴或构造几何体。

(1) 单击【草图】工具栏中的【中心线】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【中心线】菜单命令，鼠标指针变为形状。

(2) 在图形区域单击鼠标左键放置中心线的起点，系统弹出【线条属性】属性管理器。



(3) 在图形区域拖动鼠标指针并单击鼠标左键放置中心线的终点。

要改变中心线属性，可选择绘制的中心线，然后在【线条属性】属性管理器中进行编辑。

## 2.2.10 样条曲线

样条曲线上的点可少至三个，中间为型值点（或者通过点），两端为端点。可通过拖动样条曲线的型值点或端点改变其形状，也可在端点处指定相切，还可在 3D 草图绘制中绘制样条曲线，新绘制的样条曲线默认为“非成比例的”。

### 1. 绘制样条曲线

(1) 单击【草图】工具栏中的【样条曲线】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【样条曲线】菜单命令，鼠标指针变为形状。

(2) 在图形区域单击鼠标左键放置第一点，然后拖动鼠标指针以定义曲线的第一段。


(3) 在图形区域放置第二点，拖动鼠标指针以定义样条曲线的第二段。


(4) 重复以上步骤直到完成样条曲线。完成绘制时，双击最后一个点即可。


### 2. 样条曲线的属性设置



在【样条曲线】属性管理器中进行设置，如图 2-18 所示。


若样条曲线不受几何关系约束，则在【参数】选项组中指定以下参数定义样条曲线。

(1) 【样条曲线控制点数】：滚动查看样条曲线上的点时，曲线相应点的序数出现在框中。

(2) 【X 坐标】：设置样条曲线端点的  $x$  坐标。

(3) 【Y 坐标】：设置样条曲线端点的  $y$  坐标。

(4) 【相切重量 1】、【相切重量 2】：相切量。通过修改样条曲线点处的样条曲线曲率度数来控制相切向量。

(5) 【相切径向方向】：通过修改相对于  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴的样条曲线倾斜角度来控制相切方向。

(6) 【相切驱动】：启用该复选框，可以激活【相切重量 1】、【相切重量 2】和【相切径向方向】等参数。

(7) 【重设此控标】：将所选样条曲线控标重返到其初始状态。

(8) 【重设所有控标】：将所有样条曲线控标重返到其初始状态。

(9) 【弛张样条曲线】：可显示控制样条曲线的多边形，然后拖动控制多边形上的任何节点以更改其形状，如图 2-19 所示。





图 2-18 【样条曲线】属性管理器

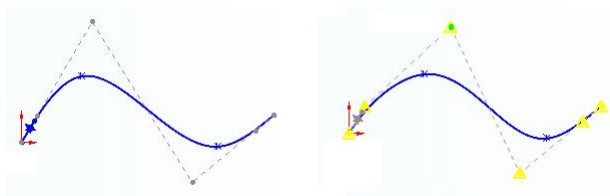


图 2-19 控制多边形

(10)【成比例】: 成比例的样条曲线在拖动端点时会保持形状, 整个样条曲线会按比例调整大小。可为成比例样条曲线的内部端点标注尺寸和添加几何关系。

### 3. 简化样条曲线

使用 【简化样条曲线】命令可提高包含复杂样条曲线等的多种模型的性能, 也可以通过单击【平滑】按钮或指定【公差】数值以减少样条曲线上点的数量。

(1) 用鼠标右键单击样条曲线, 在弹出的菜单中选择【简化样条曲线】命令或选择【工具】|【样条曲线工具】|【简化样条曲线】菜单命令, 弹出【简化样条曲线】对话框, 如图 2-20 所示。

(2) 在【样条曲线型值点数】选项组的【在原曲线中】和【在简化曲线中】数值框中显示点的数量; 在【公差】数值框中显示公差值(公差, 即从原始曲线所产生的的曲线的计划误差值)。如果要通过公差控制样条曲线点, 可在【公差】数值框中输入数值, 然后按下键盘上的 Enter 键, 样条曲线点的数量可在图形区域中预览。

(3) 单击【平滑】按钮, 系统将调整公差并计算点数更少的新曲线。点的数量重新显示在【在原曲线中】和【在简化曲线中】数值框中, 公差值显示在【公差】数值框中。原始样条曲线显示在图形区域中并显示平滑曲线的预览, 如图 2-21 所示。



图 2-20 【简化样条曲线】对话框

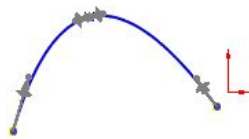


图 2-21 平滑曲线的预览


(4) 可继续单击【平滑】按钮, 直到只剩两个点为止, 单击 【确定】按钮, 完成操作。

### 4. 插入样条曲线型值点

与前面的功能相反, 【插入样条曲线型值点】命令可为样条曲线增加一个或多个点。用该命令可完成以下操作:

- (1) 使用样条曲线型值点作为控标, 将样条曲线调整为所需的形状。
- (2) 在样条曲线型值点之间或样条曲线型值点与其他实体之间标注尺寸。
- (3) 给样条曲线型值点添加几何关系。其步骤如下:

用鼠标右键单击所绘制的样条曲线, 在弹出的菜单中选择【插入样条曲线型值点】命令

(或选择【工具】|【样条曲线工具】|【插入样条曲线型值点】菜单命令), 鼠标指针显示为  形状。在样条曲线上单击鼠标左键定义一个或多个需要插入点的位置。




如果要为样条曲线的内部点添加几何关系或尺寸标注, 则样条曲线必须为“非成比例的”(“非成比例的”为默认值)。若正在处理的样条曲线是成比例的, 则应选择样条曲线, 在【样条曲线】属性管理器中取消启用【成比例】复选框。

## 5. 改变样条曲线


### (1) 改变样条曲线的形状。

选择样条曲线, 控标出现在型值点和线段端点, 可用以下方法改变样条曲线:

- 拖动控标改变样条曲线的形状。
- 添加或移除样条曲线型值点改变样条曲线的形状。
- 用鼠标右键单击样条曲线, 在弹出的菜单中选择【插入样条曲线型值点】命令。
- 在样条曲线上通过控制多边形改变样条曲线的形状。

控制多边形是空间中用于操纵对象形状的一系列控制点(即节点)。它可拖动控制点而不是令修改区域局部化的样条曲线点, 使用户可更精确地控制样条曲线的形状。在打开的草图中, 用鼠标右键单击样条曲线, 在弹出的菜单中选择  【显示控制多边形】命令, 就可显示出控制多边形。

### (2) 简化样条曲线。

用鼠标右键单击样条曲线, 在弹出的菜单中选择  【简化样条曲线】命令。

### (3) 删除样条曲线型值点。

选择要删除的点后按下键盘上的 Delete 键。

### (4) 改变样条曲线的属性。

从图形区域选择样条曲线, 在【样条曲线】属性管理器中编辑其属性。

## 2.3 编辑草图

草图绘制完毕后, 需要对草图进一步进行编辑以符合设计的需要, 本节介绍常用的草图编辑工具, 如绘制圆角、绘制倒角、草图剪裁、草图延伸、镜向移动、线性阵列草图、圆周阵列草图、等距实体、转换实体引用等。

### 2.3.1 剪切、复制、粘贴草图

在草图绘制中, 可在同一草图中或在不同草图间进行剪切、复制、粘贴一个或多个草图实体的操作, 如复制整个草图并将其粘贴到当前零件的一个面或另一个草图、零件、装配体或工程图文件中(目标文件必须是打开的)。

要在同一文件中复制草图或将草图复制到另一个文件中, 可在【特征管理器设计树】中选择、拖动草图实体, 同时按住键盘上的 Ctrl 键。

要在同一草图内部移动, 可在【特征管理器设计树】中选择并拖动草图实体, 同时按住键盘上的 Shift 键, 也可按照以下步骤复制、粘贴一个或者多个草图实体。





- (1) 在【特征管理器设计树】中选择绘制完成的草图。
- (2) 选择【编辑】|【复制】菜单命令，或按下键盘上的 Ctrl+C 键。
- (3) 在需要粘贴该图的草图或文件中单击鼠标左键。
- (4) 选择【编辑】|【粘贴】菜单命令，或按下键盘上的 Ctrl+V 键，将草图实体的中心放置在单击鼠标的位置。

### 2.3.2 移动、旋转、缩放、复制草图

如果要移动、旋转、按比例缩放、复制草图，可选择【工具】|【草图工具】菜单命令，然后选择以下命令。

 【移动】：移动草图。


 【旋转】：旋转草图。


 【缩放比例】：按比例缩放草图。

 【复制】：复制草图。


下面进行详细的介绍。

#### 1. 移动和复制

使用  【移动】命令可将实体移动一定距离，或以实体上某一点为基准，将实体移动至已有的草图点。

选择要移动的草图，然后选择【工具】|【草图工具】|【移动】菜单命令，系统弹出【移动】属性管理器。在【参数】选项组中，选中【从/到】单选按钮，再单击【起点】中的  【基准点】选择框，在图形区域选择移动的起点，拖动鼠标指针定义草图实体要移动到的位置，如图 2-22 所示。

也可选中【X/Y】单选按钮，然后设置  $\Delta x$  【Delta X】和  $\Delta y$  【Delta Y】数值定义草图实体移动的位置。

- (1)  $\Delta x$  【Delta X】：表示开始点和结束点  $x$  坐标之间的偏移。
- (2)  $\Delta y$  【Delta Y】：表示开始点和结束点  $y$  坐标之间的偏移。
- (3) 如果单击【重复】按钮，将按照相同距离继续修改草图实体位置，单击  【确定】按钮，草图实体被移动。


【复制】命令的使用方法与【移动】命令相同，在此不做赘述。



【移动】或【复制】操作不生成几何关系。如果需要在移动或者复制过程中保留现有几何关系，应启用【保留几何关系】复选框；当取消启用【保留几何关系】复选框时，只有在所选项目和未被选择的项目之间的几何关系被断开，所选项目之间的几何关系仍被保留。

#### 2. 旋转

使用  【旋转】命令可使实体沿旋转中心旋转一定角度。

- (1) 选择要旋转的草图。
- (2) 选择【工具】|【草图工具】|【旋转】菜单命令。
- (3) 系统弹出【旋转】属性管理器。在【参数】选项组中，单击【旋转中心】中的  【基

【基准点】选择框，然后在图形区域单击鼠标左键放置旋转中心。在【基准点】选择框中显示【旋转所定义的点】，如图 2-23 所示。

(4) 在【角度】数值框中设置旋转角度，或将鼠标指针在图形区域任意拖动，单击【确定】按钮，草图实体被旋转。



拖动鼠标指针时，角度捕捉增量根据鼠标指针离基准点的距离而变化，在【角度】数值框中会显示精确的角度值。

### 3. 按比例缩放

使用【按比例缩放】命令可将实体放大或者缩小一定的倍数，或生成一系列尺寸成等比例的实体。

选择要按比例缩放的草图，选择【工具】|【草图工具】|【缩放比例】菜单命令，系统弹出【比例】属性管理器，如图 2-24 所示。



图 2-22 移动草图



图 2-23 【旋转】属性管理器

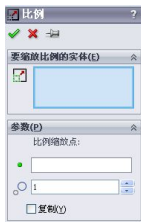


图 2-24 【比例】属性管理器

(1) 【比例缩放点】：单击【基准点】选择框，在图形区域单击草图的某个点作为比例缩放的基准点，在【基准点】选择框中显示【缩放所定义的点】。

(2) 【比例因子】：比例因子按算术方法递增（不按几何体方法）。

(3) 【复制】：启用此复选框，设置【份数】数值，可将草图按比例缩放并复制。



图 2-25 【剪裁】属性管理器

### 2.3.3 剪裁草图

使用【剪裁】命令可裁剪或延伸某一草图实体，使之与另一个草图实体重合，或者删除某一草图实体。

单击【草图】工具栏中的【剪裁实体】按钮或选择【工具】|【草图工具】|【剪裁】菜单命令，系统弹出【剪裁】属性管理器，如图 2-25 所示。


在【选项】选项组中可以设置以下参数。

(1) 【强劲剪裁】：剪裁草图实体。拖动鼠标指针时，剪裁一个或多个草图实体到最近的草图实体处。

(2) 【边角】：修改所选两个草图实体，直到它们以虚拟边角交叉。沿其自然路径延伸一个或两个草图实体时就会生成虚拟边角。


控制【边角】选项的因素如下：

- 选择的草图实体可以不同（如直线和圆弧、抛物线和直线等）。
- 根据草图实体的不同，剪裁操作可以延伸一个草图实体而缩短另一个草图实体，或同时延伸两个草图实体。
- 受所选草图实体的末端影响，剪裁操作可能发生在所选草图实体两端的任一端。
- 剪裁行为不受选择草图实体顺序的影响。
- 如果所选的两个草图实体之间不可能有几何上的自然交叉，则剪裁操作无效。

(3)  【在内剪裁】：剪裁位于两个所选边界之间的草图实体，例如，椭圆等闭环草图实体将会生成一个边界区域，方式与选择两个开环实体作为边界相同。


控制此选项的因素如下：

- 作为两个边界实体的草图实体可以不同。
- 选择要剪裁的草图实体必须与每个边界实体交叉一次，或与两个边界实体完全不交叉。
- 剪裁操作将会删除所选边界内部的全部有效草图实体。
- 要剪裁的有效草图实体包括开环草图实体，不包括闭环草图实体（如圆等）。

(4)  【在外剪裁】：剪裁位于两个所选边界之外的开环草图实体。


控制此选项的因素如下：

- 作为两个边界实体的草图实体可以不同。
- 边界不受所选草图实体端点的限制，将边界定义为草图实体的无限延续。
- 剪裁操作将会删除所选边界外的全部有效草图实体。
- 要剪裁的有效草图实体包括开环草图实体，但不包括闭环草图实体（如圆等）。


(5)  【剪裁到最近端】：删除草图实体到与另一草图实体如直线、圆弧、圆、椭圆、样条曲线、中心线等或模型边线的交点。

控制此选项的因素如下：


- 删除所选草图实体，直到与其他草图实体的最近交点。
- 延伸所选草图实体。实体延伸的方向取决于拖动鼠标指针的方向。

在草图上移动鼠标指针，直到希望剪裁（或者删除）的草图实体以红色高亮显示，然后单击该实体。如果草图实体没有和其他草图实体相交，则整个草图实体被删除。草图剪裁也可以删除草图实体余下的部分。

### 2.3.4 延伸草图

使用 【延伸】命令可以延伸草图实体以增加其长度，如直线、圆弧或中心线等，常用于将一个草图实体延伸到另一个草图实体。

(1) 选择【工具】|【草图工具】|【延伸】菜单命令。

(2) 将鼠标指针拖动到要延伸的草图实体上，如直线、圆弧或者中心线等，所选草图实体显示为红色，绿色的直线或圆弧表示草图实体延伸的方向。


(3) 单击该草图实体，草图实体延伸到与下一草图实体相交。



如果预览显示延伸方向出错，将鼠标指针拖动到直线或者圆弧的另一半上

并再一次预览。

### 2.3.5 分割、合并草图

 **【分割实体】**命令是通过添加分割点将一个草图实体分割成两个草图实体。

(1) 打开包含需要分割实体的草图。


(2) 选择**【工具】|【草图工具】|【分割实体】**菜单命令，或在图形区域用鼠标右键单击草图实体，在弹出的菜单中选择**【分割实体】**命令。当鼠标指针位于被分割的草图实体上时，会变成形状。



图 2-26 分割点

(3) 单击草图实体上的分割位置，该草图实体被分割成两个草图实体，这两个草图实体间会添加一个分割点，如图 2-26 所示。

### 2.3.6 派生草图

可从属于同一零件的另一草图派生草图，或从同一装配体中的另一草图派生草图。

从现有草图派生草图时，这两个草图将保持相同特性。对原始草图所做的更改将反映到派生草图中。通过拖动派生草图和标注尺寸，将草图定位在所选面上。派生的草图是固定链接的，它将作为单一实体被拖动。

不能在派生的草图中添加或者删除几何体，派生草图的形状总是与原始草图相同。但可用尺寸或者几何关系重新定义该草图。

更改原始草图时，派生的草图会自动更新。

如果要解除派生的草图与原始草图之间的链接，可在**【特征管理器设计树】**中用鼠标右键单击派生草图或零件的名称，然后在弹出的菜单中选择**【解除派生】**命令。链接解除后，即使对原始草图进行修改，派生的草图也不会再自动更新。

从同一零件中的草图派生草图的步骤如下：


选择需要派生新草图的草图；按住键盘上的 **Ctrl** 键并单击将放置新草图的面；选择**【插入】|【派生草图】**菜单命令，草图在所选面的基准面上出现。


从同一装配体中的草图派生草图的步骤如下：

用鼠标右键单击需要放置派生草图的零件；在弹出的菜单中选择**【编辑零件】**命令；在同一装配体中选择需要派生的草图；按住键盘上的 **Ctrl** 键并单击将要放置新草图的面；选择**【插入】|【派生草图】**菜单命令，草图在选择面的基准面上出现，并可以进行编辑。

### 2.3.7 转换实体引用

使用**【转换实体引用】**命令可将其他特征上的边线投影到某草图平面上，此边线可以是作为等距的模型边线（包括一个或多个模型的边线、一个模型的面和该面所指定环的边线），也可以是作为等距的外部草图实体（包括一个或多个相连接的草图实体，或一个具有闭环轮廓线的草图实体等）。

(1) 单击**【标准】**工具栏中的 **【选择】**按钮，在图形区域选择模型面或边线、环、曲线、外部草图轮廓线、一组边线、一组曲线等。

(2) 单击**【草图】**工具栏中的 **【草图绘制】**按钮，进入草图绘制状态。


(3) 单击【草图】工具栏中的【转换实体引用】按钮或选择【工具】|【草图工具】|【转换实体引用】菜单命令,如图 2-27 所示,将模型面转换为草图实体,如图 2-28 所示。



图 2-27 在【草图】工具栏中单击【转换实体引用】按钮

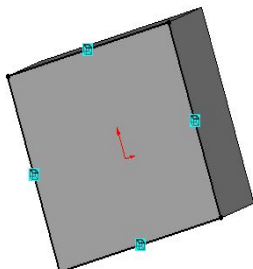



图 2-28 将模型面转换为草图实体


【转换实体引用】命令将自动建立以下几何关系:

- 在新的草图曲线和草图实体之间的边线上建立几何关系,如果草图实体更改,曲线也会随之更新。
- 在草图实体的端点生成内部固定几何关系,使草图实体保持“完全定义”状态。


当使用【显示/删除几何关系】命令时,不会显示此内部几何关系,拖动草图实体端点可移除几何关系。

### 2.3.8 等距实体

使用【等距实体】命令可将其他特征的边线以一定的距离和方向偏移,偏移的特征可以是一个或多个草图实体、一个模型面、一条模型边线或外部草图曲线。

选择一个草图实体或者多个草图实体、一个模型面、一条模型边线或外部草图曲线等,单击【草图】工具栏中的【等距实体】按钮或选择【工具】|【草图工具】|【等距实体】菜单命令,系统弹出【等距实体】属性管理器,如图 2-29 所示。

在【参数】选项组中设置以下参数。

(1) 【等距距离】: 设置等距数值,或在图形区域移动鼠标指针以定义等距距离。

(2) 【添加尺寸】: 在草图中添加等距距离,不会影响原有草图实体中的任何尺寸。

(3) 【反向】: 更改单向等距的方向。

(4) 【选择链】: 生成所有连续草图实体的等距实体。

(5) 【双向】: 在图形区域的两个方向生成等距实体。图 2-29 【等距实体】属性管理器

(6) 【制作基体结构】: 将原有草图实体转换为构造性直线。


(7) 【顶端加盖】: 通过启用【双向】复选框并添加顶盖以延伸原有非相交草图实体,可以选中【圆弧】或【直线】单选按钮作为延伸顶盖的类型。



## 2.4 3D 草图

3D 草图由系列直线、圆弧及样条曲线构成。3D 草图可以作为扫描路径，也可以用做放样或者扫描的引导线、放样的中心线等。

### 2.4.1 简介

单击【草图】工具栏中的【3D 草图】按钮或选择【插入】|【3D 草图】菜单命令，开始绘制 3D 草图。

#### 1. 3D 草图坐标系

生成 3D 草图时，在默认情况下，通常是相对于模型中默认的坐标系进行绘制。如果要切换到另外两个默认基准面中的一个，则单击所需的草图绘制工具，然后按键盘上的 Tab 键，当前草图基准面的原点显示出来。如果要改变 3D 草图的坐标系，则单击所需的草图绘制工具，按住键盘上的 Ctrl 键，然后单击一个基准面、一个平面或一个用户定义的坐标系。如果选择一个基准面或者平面，3D 草图基准面将进行旋转，使  $x$ 、 $y$  草图基准面与所选项目对正。如果选择一个坐标系，3D 草图基准面将进行旋转，使  $x$ 、 $y$  草图基准面与该坐标系的  $x$ 、 $y$  基准面平行。在开始绘制 3D 草图前，将视图方向改为【等轴测】，因为在此方向中  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向均可见，可以更方便地生成 3D 草图。

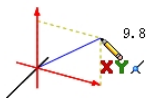


图 2-30 空间控标

#### 2. 空间控标

当使用 3D 草图绘图时，一个图形化的助手可以帮助定位方向，此助手被称为空间控标。在所选基准面上定义直线或者样条曲线的第一个点时，空间控标就会显示出来。使用空间控标可提示当前绘图的坐标，

如图 2-30 所示。

#### 3. 3D 草图的尺寸标注

使用 3D 草图时，先按照近似长度绘制直线，然后按照精确尺寸进行标注。选择两个点、一条直线或者两条平行线，可以添加一个长度尺寸。选择三个点或者两条直线，可以添加一个角度尺寸。

#### 4. 直线捕捉

在 3D 草图中绘制直线时，可用直线捕捉零件中现有的几何体，如模型表面或顶点及草图点。如果沿一个主要坐标方向绘制直线，则不会激活捕捉功能；如果在一个平面上绘制直线，且系统推理出捕捉到一个空间点，则会显示一个暂时的 3D 图形框以指示不在平面上的捕捉。


### 2.4.2 3D 直线

当绘制直线时，直线捕捉到的一个主要方向（即  $x$ 、 $y$ 、 $z$ ）将分别被约束为水平、竖直或沿  $z$  轴方向（相对于当前的坐标系为 3D 草图添加几何关系），但并不一定要求沿着这三个主要方向之一绘制直线，可在当前基准面中与一个主要方向成任意角度进行绘制。如果直线端点捕捉到现有的几何模型，可在基准面之外进行绘制。

一般是相对于模型中的默认坐标系进行绘制。如果需要转换到其他两个默认基准面，则选择【草图绘制】工具，然后按下键盘上的 Tab 键，即显示当前草图基准面的原点。



(1) 单击【草图】工具栏中的【3D 草图】按钮或选择【插入】|【3D 草图】菜单命令，进入 3D 草图绘制状态。

(2) 单击【草图】工具栏中的【直线】按钮，系统弹出【插入线条】属性管理器。在图形区域单击鼠标左键开始绘制直线，此时出现空间控标，帮助在不同的基准面上绘制草图（如果想改变基准面，可按下键盘上的 Tab 键）。

(3) 拖动鼠标指针至直线段的终点。

(4) 如果要继续绘制直线，可选择线段的终点，然后按下键盘上的 Tab 键转换到另一个基准面。

(5) 拖动鼠标指针直至出现第二段直线，然后释放鼠标，如图 2-31 所示。

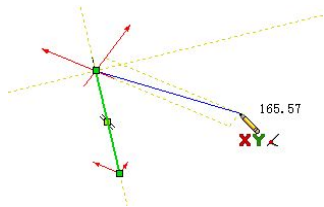





图 2-31 绘制 3D 直线

### 2.4.3 3D 圆角

3D 圆角的绘制方法如下：

(1) 单击【草图】工具栏中的【3D 草图】按钮或选择【插入】|【3D 草图】菜单命令，进入 3D 草图绘制状态。

(2) 单击【草图】工具栏中的【绘制圆角】按钮或选择【工具】|【草图工具】|【圆角】菜单命令，系统弹出【绘制圆角】属性管理器。在【圆角参数】选项组中，设置【圆角半径】数值，如图 2-32 所示。

(3) 选择两条相交的线段或选择其交叉点，即可绘制出圆角，如图 2-33 所示。

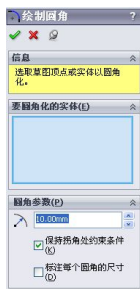


图 2-32 【绘制圆角】属性管理器

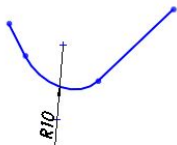




图 2-33 绘制圆角

### 2.4.4 3D 样条曲线

3D 样条曲线的绘制方法如下：

(1) 单击【草图】工具栏中的【3D 草图】按钮或选择【插入】|【3D 草图】菜单命令，进入 3D 草图绘制状态。


(2) 单击【草图】工具栏中的【样条曲线】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【样条曲线】菜单命令。

(3) 在图形区域单击鼠标左键放置第一个点，拖动鼠标指针定义曲线的第一段，系统弹出【样条曲线】属性管理器，如图 2-34 所示，它比二维的【样条曲线】属性管理



图 2-34 【样条曲线】属性管理器




器多了  【Z 坐标】参数。


(4) 每次单击鼠标左键时, 都会出现空间控标帮助在不同的基准面上绘制草图 (如果想改变基准面, 可按键盘上的 Tab 键)。

(5) 重复前面的步骤, 直到完成 3D 样条曲线的绘制。

### 2.4.5 3D 草图点

3D 草图点的绘制方法如下:

(1) 单击【草图】工具栏中的  【3D 草图】按钮或者选择【插入】|【3D 草图】菜单命令, 进入 3D 草图绘制状态。

(2) 单击【草图】工具栏中的  【点】按钮或者选择【工具】|【草图绘制实体】|【点】菜单命令。



(3) 在图形区域单击鼠标左键放置点, 系统弹出【点】属性管理器, 如图 2-35 所示, 它比二维的【点】的属性设置多了  【Z 坐标】参数。

图 2-35 【点】属性管理器

(4) 【点】命令保持激活, 可继续插入点。

如果需要改变【点】属性, 可在 3D 草图中选择一个点, 然后在【点】属性管理器中编辑其属性。


### 2.4.6 面部曲线

当使用从其他软件导入的文件时, 可从一个面或曲面上提取 iso-参数 (UV) 曲线, 然后使用  【面部曲线】命令进行局部清理。

由此生成的每个曲线都将成为单独的 3D 草图。然而如果使用【面部曲线】命令时正在编辑 3D 草图, 则所有提取的曲线都将被添加到激活的 3D 草图中。

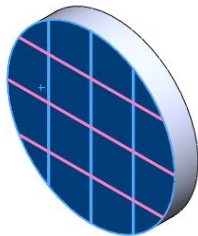
打开一个零件, 提取 iso-参数曲线的步骤如下:

(1) 选择【工具】|【草图工具】|【面部曲线】菜单命令, 然后选择一个面或曲面。

(2) 系统弹出【面部曲线】属性管理器, 曲线的预览显示在面上, 不同的颜色表示曲线的不同方向 (读者可以在实际操作中进行体会), 与【面部曲线】属性设置中的颜色相对应。该面的名称显示在【选择】选项组的  【面】选择框中, 如图 2-36 所示。



【面部曲线】属性管理器



生成面部曲线

图 2-36 面部曲线的属性管理器及生成

(3) 在【选择】选项组中, 可选中【网格】或【位置】两个单选按钮之一。

- **【网格】**: 均匀放置的曲线, 可为**【方向 1 曲线数】**和**【方向 2 曲线数】**指定数值。
  - **【位置】**: 两个直交曲线的相交处, 在图形区域拖动鼠标指针以定义位置。
- 选中不同的单选按钮, 其属性设置如图 2-37 所示。

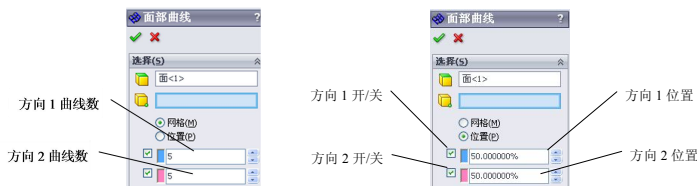


图 2-37 选中不同单选按钮后的属性设置

如果不需要曲线, 可以取消启用**【方向 1 开/关】**或**【方向 2 开/关】**复选框。

(4) 在**【选项】**选项组中, 可选择以下两个选项。

- **【约束于模型】**: 启用该复选框时, 曲线随模型的改变而更新。
- **【忽视孔】**: 用于带内部缝隙或环的输入曲面。当启用该复选框时, 曲线通过孔生成; 当取消启用该复选框时, 曲线停留在孔的边线。

(5) 单击 **【确定】**按钮, 生成面部曲线。

## 2.5 设计范例

本范例主要介绍草图的绘制方法, 完成后的草图如图 2-38 所示。

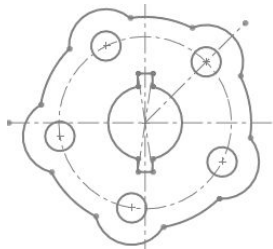


图 2-38 完成的草图

### 2.5.1 进入草图绘制状态

(1) 启动中文版 SolidWorks 2011, 单击**【标准】**工具栏中的 **【新建】**按钮, 弹出**【新建 SolidWorks 文件】**对话框, 单击**【零件】**按钮, 单击**【确定】**按钮, 选择**【文件】|【另存为】**菜单命令, 弹出**【另存为】**对话框, 在**【文件名】**文字框中输入“02 草图”, 单击**【保存】**按钮。

(2) 单击**【草图】**工具栏中的 **【草图绘制】**按钮, 进入草图绘制状态。在**【特征管理器设计树】**中单击**【前视基准面】**图标, 使前视基准面成为草图绘制平面。

### 2.5.2 绘制构造线

(1) 单击**【草图】**工具栏中的 **【中心线】**按钮或者选择**【工具】|【草图绘制实体】|【中心线】**菜单命令, 拖动鼠标指针绘制通过坐标系原点的两条相互垂直的中心线, 如图 2-39 所示, 注意图中显示的草图关系。

(2) 选择**【工具】|【草图绘制实体】|【圆】**菜单命令或者单击**【草图】**工具栏中的 **【圆】**按钮, 系统弹出**【圆】**属性管理器。单击中央创建的**【圆】**按钮, 在图形区域以两条心线的交点为圆心绘制圆形草图; 在**【选项】**选项组中, 启用**【作为构造线】**复选框; 在**【半径】**选项组中, 输入**【半径】**的值为 35mm, 如图 2-40 所示。然后单击 **【关闭对话框】**按钮, 绘制的圆如图 2-41 所示。

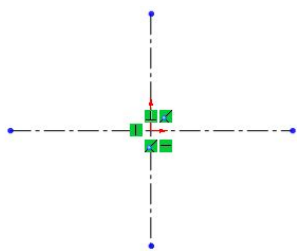


图 2-39 绘制的两条中心线



图 2-40 【圆】的属性设置

(3) 过坐标原点绘制一条斜向上的中心线，如图 2-42 所示。

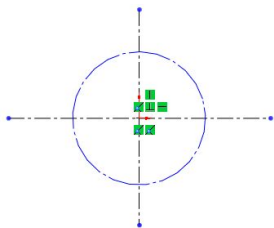


图 2-41 绘制的圆

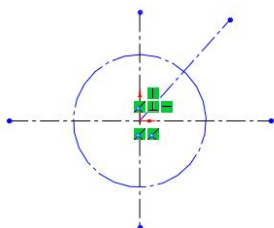





图 2-42 绘制的斜向中心线

### 2.5.3 绘制草图

(1) 单击【草图】工具栏中的  【圆】按钮，以坐标原点为圆心，在图形区域绘制直径为 86mm 的圆形草图，如图 2-43 所示。

(2) 单击【草图】工具栏中的  【圆】按钮，单击中央创建的【圆】按钮，首先以斜线及圆形构造线的交点为圆心，绘制大、小两个圆，再以坐标原点为圆心，绘制圆形草图，如图 2-44 所示。

(3) 单击【草图】工具栏中的  【边角矩形】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【矩形】菜单命令，系统弹出【矩形】属性管理器。单击【中心矩形】按钮，以坐标原点为中心绘制矩形，如图 2-45 所示。

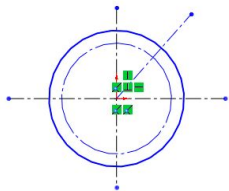


图 2-43 绘制的圆

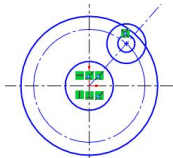


图 2-44 绘制的其他圆

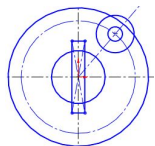


图 2-45 绘制的

矩形

### 2.5.4 标注尺寸

(1) 单击【尺寸/几何关系】工具栏中的  【智能尺寸】按钮，标注尺寸，如图 2-46 所示。

(2) 双击草图的尺寸，在弹出的【修改】对话框中修改尺寸数值，将圆的中心与边线之

间的距离设置为整数,修改后的效果如图 2-47 所示。

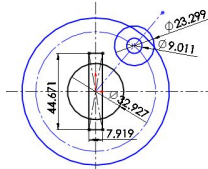


图 2-46 标注尺寸

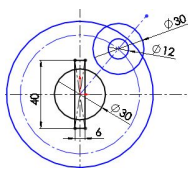


图 2-47 修改的尺寸

## 2.5.5 编辑草图




(1) 选择【工具】|【草图工具】|【圆周阵列】菜单命令或者单击【草图】工具栏中的【圆周草图阵列】按钮,在属性管理器中弹出【圆周阵列】属性管理器,选择直径为 12mm 和 30mm 的两个圆为【要阵列的实体】(图中显示为圆弧 3 和圆弧 4),设置【实例数】为【5】,然后按照图 2-48 所示设置属性管理器中的参数。最后单击【确定】按钮,创建的草图圆周阵列如图 2-49 所示。



图 2-48 【圆周阵列】属性设置

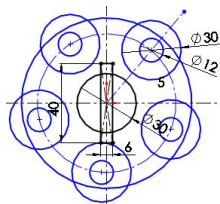


图 2-49 创建的圆周阵列




(2) 单击【草图】工具栏中的【剪裁实体】按钮,或者选择【工具】|【草图工具】|【剪裁】菜单命令,打开【剪裁】属性管理器,单击【剪裁到最近端】按钮,如图 2-50 所示,在图形区域选择要剪裁的曲线,然后单击【关闭对话框】按钮,剪裁的结果如图 2-51 所示。



图 2-50 单击【剪裁到最近端】按钮

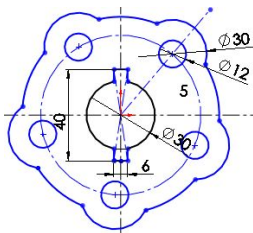


图 2-51 剪裁后的草图

## 第3章 实体特征设计

本章主要介绍特征设计的方法，主要包括拉伸特征、旋转特征、扫描特征和放样特征。

基体拉伸是由草图生成的实体零件的第一个特征，基体是实体的基础，在此基础上可以通过增加和减少材料实现各种复杂的实体零件，本章重点讲解增加材料的拉伸凸台特征和减少材料的拉伸切除特征。

旋转特征通过绕中心线旋转一个或多个轮廓来添加或移除材料，可以生成凸台/基体、旋转切除或旋转曲面，旋转特征可以是实体、薄壁特征或曲面。


扫描特征是通过沿着一条路径移动轮廓（截面）来生成基体、凸台、切除或曲面的方法，使用该方法可以生成复杂的模型零件。

放样特征通过在轮廓之间进行过渡以生成特征，放样的对象可以是基体、凸台、切除或者曲面，可以使用两个或者多个轮廓生成放样，但仅第一个或者最后一个对象的轮廓可以是点。

### 3.1 拉伸特征

拉伸特征包括拉伸凸台/基体特征和拉伸切除特征，下面着重介绍这两种特征。

#### 3.1.1 拉伸凸台/基体特征

单击【特征】工具栏中的【拉伸凸台/基体】按钮或选择【插入】|【凸台/基体】|【拉伸】菜单命令，系统弹出【凸台-拉伸】属性管理器，如图 3-1 所示。

##### 1. 【从】选项组

该选项组用来设置特征拉伸的【开始条件】，其选项包括【草图基准面】、【曲面/面/基准面】、【顶点】和【等距】，如图 3-2 所示。


(1) 【草图基准面】：以草图所在的基准面作为基础开始拉伸。

(2) 【曲面/面/基准面】：以这些实体作为基础开始拉伸。操作时必须为【曲面/面/基准面】选择有效的实体，实体可以是平面或者非平面，平面实体不必与草图基准面平行，但草图必须完全在非平面曲面或者平面的边界内。

(3) 【顶点】：从选择的顶点处开始拉伸。

(4) 【等距】：从与当前草图基准面等距的基准面上开始拉伸，等距距离可以手动输入。

##### 2. 【方向 1】选项组

(1) 【终止条件】：设置特征拉伸的终止条件，其选项如图 3-3 所示。单击【反向】按钮，可沿预览中所示的相反方向拉伸特征。


- 【给定深度】：设置给定的【深度】数值以终止拉伸。
- 【成形到一顶点】：拉伸到在图形区域选择的顶点。
- 【成形到一面】：拉伸到在图形区域选择的一个面或基准面。



图 3-1 【凸合-拉伸】属性管理器



图 3-2 【开始条件】选项



图 3-3 【终止条件】选项

- **【到离指定面指定的距离】**: 拉伸到在图形区域选择的一个面或基准面，然后设置 **【深度】** 数值。
- **【成形到实体】**: 拉伸到在图形区域所选择的实体或者曲面实体。在装配体中拉伸时，可用此选项延伸草图到所选的实体。如果拉伸的草图在所选实体或者曲面实体之外，此选项可执行面的自动延伸以终止拉伸。
- **【两侧对称】**: 设置 **【深度】** 数值，从平面两侧的对称位置生成拉伸特征。
- (2) **【拉伸方向】**: 在图形区域选择方向向量，并从垂直于草图轮廓的方向拉伸草图。
- (3) **【拔模开/关】**: 设置 **【拔模角度】** 数值，如果有必要，启用 **【向外拔模】** 复选框。

### 3. 【方向 2】选项组

该选项组中的参数用来设置同时从草图基准面向两个方向拉伸的相关参数，用法和 **【方向 1】** 选项组基本相同。

### 4. 【薄壁特征】选项组

该选项组中的参数可控制拉伸的 **【厚度】**（不是 **【深度】**）数值。薄壁特征基体是钣金零件的基础。

(1) **【类型】**: 设置 **【薄壁特征】** 拉伸的类型，如图 3-4 所示。

- **【单向】**: 以同一 **【厚度】** 数值，沿一个方向拉伸草图。
- **【两侧对称】**: 以同一 **【厚度】** 数值，沿相反方向拉伸草图。
- **【双向】**: 以不同 **【方向 1 厚度】**、 **【方向 2 厚度】** 数值，沿相反方向拉伸草图。

(2) **【顶端加盖】**: 如图 3-5 所示，为薄壁特征拉伸的顶端加盖，生成一个中空的零件（仅限于闭环的轮廓草图）。




图 3-4 【类型】选项

图 3-5 启用 **【顶端加盖】** 复选框


**【加盖厚度】**（在启用 **【顶端加盖】** 复选框时可用）: 设置薄壁特征从拉伸端到草图基准面的加盖厚度，只可用于模型中第一个生成的拉伸特征。



### 5. 【所选轮廓】选项组

 **【所选轮廓】**：允许使用部分草图生成拉伸特征，可以在图形区域选择草图轮廓和模型边线。

### 3.1.2 拉伸切除特征

单击【特征】工具栏中的【拉伸切除】按钮或选择【插入】|【切除】|【拉伸】菜单命令，弹出【切除-拉伸】属性管理器，如图 3-6 所示。

该属性设置与【拉伸】的属性设置方法基本一致。不同之处是，在【方向 1】选项组中多了【反侧切除】复选框。

**【反侧切除】**（仅限于拉伸的切除）：移除轮廓外的所有部分，如图 3-7 所示。在默认情况下，从轮廓内部移除，如图 3-8 所示。



图 3-6 【切除-拉伸】属性管理器

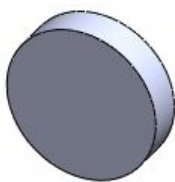


图 3-7 反侧切除

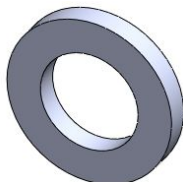



图 3-8 默认切除


## 3.2 旋转特征

下面讲解旋转特征的属性设置和创建旋转特征的操作步骤。

### 3.2.1 旋转凸台/基体特征的属性设置

单击【特征】工具栏中的【旋转凸台/基体】按钮或者选择【插入】|【凸台/基体】|【旋转】菜单命令，系统打开【旋转】属性管理器，如图 3-9 所示。

#### 1. 【旋转参数】选项组

(1)  **【旋转轴】**：选择旋转所围绕的轴，根据生成旋转特征的类型来看，此轴可以为中心线、直线或者边线。

(2) **【旋转类型】**：从草图基准面中定义旋转方向，其选项如图 3-10 所示。

- **【给定深度】**：从草图以单一方向生成旋转。
- **【成形到一顶点】**：从草图基准面生成旋转到指定顶点。
- **【成形到一面】**：从草图基准面生成旋转到指定曲面。
- **【到离指定面指定的距离】**：从草图基准面生成旋转到指定曲面的指定距离。
- **【两侧对称】**：从草图基准面以顺时针和逆时针方向生成旋转相同角度。

(3)  **【反向】**：单击该按钮，更改旋转方向。


(4)  **【方向 1 角度】**：设置旋转角度，默认的角度为 360°，沿顺时针方向从所选草图开始测量角度。



图 3-9 【旋转】属性管理器

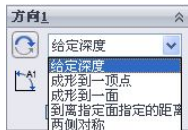


图 3-10 【旋转类型】选项

## 2. 【薄壁特征】选项组

【类型】：设置旋转厚度的方向。

(1) 【单向】：以同一【方向1厚度】数值，从草图以单一方向添加薄壁特征体积。如果有必要，单击【反向】按钮反转薄壁特征体积添加的方向。

(2) 【两侧对称】：以同一【方向1厚度】数值，并以草图为中心，在草图两侧使用均等厚度的体积添加薄壁特征。

(3) 【双向】：在草图两侧添加不同厚度薄壁特征的体积。设置【方向1厚度】数值，从草图向外添加薄壁特征的体积；设置【方向2厚度】数值，从草图向内添加薄壁特征的体积。

## 3. 【所选轮廓】选项组

在使用多轮廓生成旋转特征时使用此选项。

单击【所选轮廓】选择框，拖动鼠标指针，在图形区域选择适当轮廓，此时显示旋转特征的预览，可以选择任何轮廓以生成单一或者多实体零件，单击【确定】按钮，生成旋转特征。

## 3.2.2 旋转凸台/基体特征的操作方法

生成旋转凸台/基体特征的操作方法如下：

(1) 绘制草图，以一个或多个轮廓及一条中心线、直线或边线作为特征旋转所围绕的轴，如图 3-11 所示。

(2) 单击【特征】工具栏中的【旋转凸台/基体】按钮或选择【插入】|【凸台/基体】|【旋转】菜单命令，系统打开【旋转】属性管理器，如图 3-12 所示，根据需要设置参数，单击【确定】按钮，生成的旋转特征如图 3-13 所示。

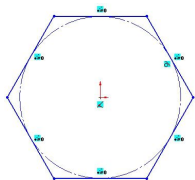


图 3-11 绘制草图



图 3-12 【旋转】属性管理器

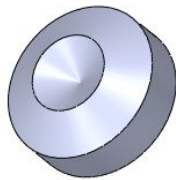


图 3-13 生成旋转特征

### 3.3 扫描特征

扫描特征是沿着一条路径移动轮廓，生成基体、凸台、切除或者曲面的一种方法。

#### 3.3.1 扫描特征的使用规则

扫描特征的使用规则如下：

(1) 基体或凸台扫描特征的轮廓必须是闭环的；曲面扫描特征的轮廓可以是闭环的，也可以是开环的。

(2) 路径可以是开环或者闭环。

(3) 路径可以是一个草图、一条曲线或一组模型边线中包含的一组草图曲线。


(4) 路径的起点必须位于轮廓的基准面上。

(5) 无论截面、路径或所形成的实体，都不能出现自相交叉的情况。

应用扫描特征时可利用引导线生成多轮廓特征及薄壁特征。

#### 3.3.2 扫描特征的使用方法


扫描特征的使用方法如下：

(1) 单击【特征】工具栏中的【扫描】按钮或选择【插入】|【凸台/基体】|【扫描】菜单命令。


(2) 选择【插入】|【切除】|【扫描】菜单命令。


(3) 单击【曲面】工具栏中的【扫描曲面】按钮或选择【插入】|【曲面】|【扫描曲面】菜单命令。

#### 3.3.3 扫描特征的属性设置

单击【特征】工具栏中的【扫描】按钮或者选择【插入】|【凸台/基体】|【扫描】菜单命令，打开【扫描】属性管理器，如图 3-14 所示。

##### 1. 【轮廓和路径】选项组

(1) 【轮廓】：设置用来生成扫描的草图轮廓。在图形区域或【特征管理器设计树】中选择草图轮廓。基体或凸台的扫描特征轮廓应为闭环，曲面的扫描特征轮廓可为开环或闭环。

(2) 【路径】：设置轮廓扫描的路径。路径可以是开环或者闭环，是草图中的一组曲线、一条曲线或一组模型边线，但路径的起点必须位于轮廓的基准面上。



无论轮廓、路径或形成的实体，都不能自相交叉。

##### 2. 【选项】选项组

(1) 【方向/扭转控制】：控制轮廓在沿路径扫描时的方向，其选项如图 3-15 所示。

- 【随路径变化】：轮廓相对于路径时刻保持处于同一角度。
- 【保持法向不变】：使轮廓总是与起始轮廓保持平行。
- 【随路径和第一引导线变化】：中间轮廓的扭转由路径到第一条引导线的向量决定，

在所有中间轮廓的草图基准面中, 该向量与水平方向之间的角度保持不变。




图 3-14 【扫描】属性管理器



图 3-15 【方向/扭转控制】选项

- **【随第一和第二引导线变化】**: 中间轮廓的扭转由第一条引导线到第二条引导线的向量决定。
- **【沿路径扭转】**: 沿路径扭转轮廓。可以按照度数、弧度或旋转圈数定义扭转。
- **【以法向不变沿路径扭曲】**: 在沿路径扭曲时, 保持与开始轮廓平行, 沿路径扭转轮廓。

(2) **【定义方式】**(在设置**【方向/扭转控制】**为**【沿路径扭转】**或**【以法向不变沿路径扭曲】**时可用): 定义扭转的形式, 可以选择**【度数】**、**【弧度】**、**【旋转】**选项, 也可单击**【反向】**按钮, 其选项如图 3-16 所示。

- **【扭转角度】**: 在扭转中设置度数、弧度或旋转圈数的数值。

(3) **【路径对齐类型】**(在设置**【方向/扭转控制】**为**【随路径变化】**时可用): 当路径上出现少许波动或不均匀波动, 使轮廓不能对齐时, 可将轮廓稳定下来, 其选项如图 3-17 所示。



图 3-16 【定义方式】选项



图 3-17 【路径对齐类型】选项

- **【无】**: 垂直于轮廓而对齐轮廓, 不进行纠正, 如图 3-18 所示。

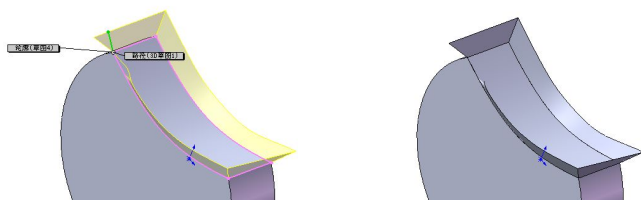


图 3-18 设置**【路径对齐类型】**为**【无】**

- **【最小扭转】**（只对于 3D 路径）：阻止轮廓在随路径变化时自我相交。
- **【方向向量】**：按照所选择的向量方向对齐轮廓，选择设定方向向量的实体，如图 3-19 所示。

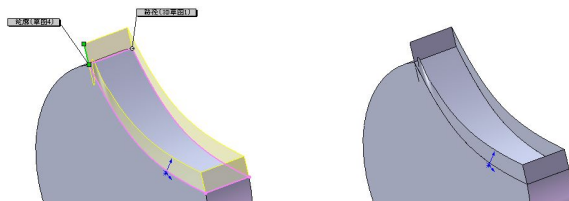



图 3-19 设置【路径对齐类型】为【方向向量】

 **【方向向量】**（在设置【路径对齐类型】为【方向向量】时可用）：选择基准面、平面、直线、边线、圆柱、轴、特征上的顶点组等以设置方向向量。

- **【所有面】**：当路径包括相邻面时，使扫描轮廓在几何关系可能的情况下与相邻面相切，如图 3-20 所示。

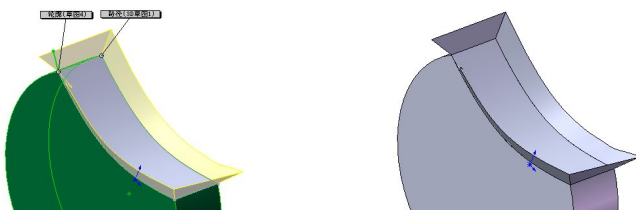


图 3-20 设置【路径对齐类型】为【所有面】

(4) **【合并切面】**：如果扫描轮廓具有相切线段，可使产生的扫描中的相应曲面相切，保持相切的面可以是基准面、圆柱面或锥面。

(5) **【切线延伸】**：将扫描特征延伸到所有与所选边线相切的边线。

(6) **【显示预览】**：显示扫描的上色预览；取消选择此项，则只显示轮廓和路径。

(7) **【合并结果】**：将多个实体合并成一个实体。

(8) **【与结束端面对齐】**：将扫描轮廓延伸到路径所遇到的最后一个面。扫描的面被延伸或缩短以与扫描端点处的面相匹配，而不要求额外几何体。此选项常用于螺旋线，如图 3-21 所示。



图 3-21 螺旋线端面对齐方式

### 3. 【引导线】选项组

- (1)  **【引导线】**：在轮廓沿路径扫描时加以引导以生成特征。



引导线必须与轮廓或轮廓草图中的点重合。

(2) 【上移】、 【下移】：调整引导线的顺序。选择一条引导线并拖动鼠标指针以调整轮廓顺序。

(3) 【合并平滑的面】：改进带引导线扫描的性能，并在引导线或者路径不是曲率连续的所有点处分割扫描。

(4) 【显示截面】：显示扫描的截面。单击 箭头，按截面数查看轮廓并进行删减。

#### 4. 【起始处/结束处相切】选项组

(1) 【起始处相切类型】：其选项如图 3-22 所示。

- 【无】：不应用相切。
- 【路径相切】：垂直于起始点路径而生成扫描。

(2) 【结束处相切类型】：与【起始处相切类型】的选项相同，如图 3-23 所示，在此不做赘述。



图 3-22 【起始处相切类型】选项



图 3-23 【结束处相切类型】选项

#### 5. 【薄壁特征】选项组

生成的薄壁特征扫描如图 3-24 所示。

【类型】：设置【薄壁特征】扫描的类型，其选项如图 3-25 所示。

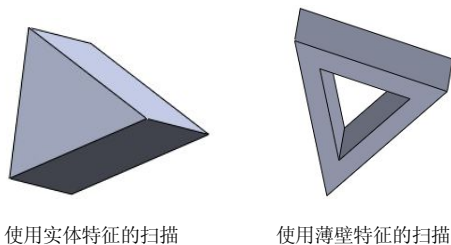


图 3-24 生成薄壁特征扫描

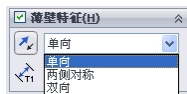


图 3-25 【类型】选项

- 【单向】：设置同一 【厚度】数值，以单一方向从轮廓生成薄壁特征。
- 【两侧对称】：设置同一 【方向 1 厚度】数值，以两个方向从轮廓生成薄壁特征。
- 【双向】：设置不同 【方向 1 厚度】、 【方向 2 厚度】数值，以相反的两个方向从轮廓生成薄壁特征。


### 3.3.4 扫描特征的操作方法

生成扫描特征的操作方法如下：

(1) 选择【插入】|【凸台/基体】|【扫描】菜单命令，系统打开【扫描】属性管理器。在【轮廓和路径】选项组中，单击 【轮廓】选择框，在图形区域选择草图 1，单击 【路



径】选择框，在图形区域选择草图 2，如图 3-26 所示。

(2) 在【选项】选项组中，设置【方向/扭转控制】为【随路径变化】，【路径对齐类型】为【无】，单击  【确定】按钮，如图 3-27 所示。


(3) 在【选项】选项组中，设置【方向/扭转控制】为【保持法向不变】，单击  【确定】按钮，如图 3-28 所示。



图 3-26 【扫描】属性管理器中的参数设置

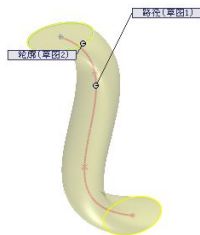


图 3-27 【随路径变化】扫描图

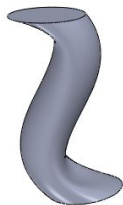



图 3-28 【保持法向不变】扫描图

## 3.4 放样特征


放样特征通过在轮廓之间进行过渡以生成特征，放样的对象可以是基体、凸台、切除或者曲面，可用两个或多个轮廓生成放样，但仅第一个或最后一个对象的轮廓可以是点。

### 3.4.1 放样特征的使用方法

放样特征的使用方法如下：

(1) 单击【特征】工具栏中的  【放样凸台/基体】按钮或选择【插入】|【凸台/基体】|【放样】菜单命令。


(2) 选择【插入】|【切除】|【放样】菜单命令。



(3) 单击【曲面】工具栏中的  【放样曲面】按钮或选择【插入】|【曲面】|【放样】菜单命令。

### 3.4.2 放样特征的属性设置

选择【插入】|【凸台/基体】|【放样】菜单命令，系统弹出【放样】属性管理器，如图 3-29 所示。

#### 1. 【轮廓】选项组

(1)  【轮廓】：用来生成放样的轮廓，可以选择要放样的草图轮廓、面或者边线。

(2)  【上移】、 【下移】：调整轮廓的顺序。



如果放样预览显示放样不理想，可重新选择或将草图重新组序以在轮廓上连接不同的点。

## 2. 【起始/结束约束】选项组

(1) **【开始约束】、【结束约束】**：应用约束以控制开始和结束轮廓的相切，其选项如图 3-30 所示。



图 3-29 【放样】属性管理器

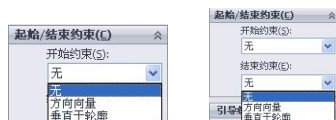


图 3-30 【开始约束】、【结束约束】选项

- **【无】**：不应用相切约束（即曲率为零）。
- **【方向向量】**：根据所选的方向向量应用相切约束。
- **【垂直于轮廓】**：应用在垂直于开始或者结束轮廓处的相切约束。

(2) **【方向向量】**（在设置【开始/结束约束】为【方向向量】时可用）：按照所选择的方向向量应用相切约束，放样与所选线性边线或轴相切，或与所选面或基准面的法线相切，如图 3-31 所示。

(3) **【拔模角度】**（在设置【开始/结束约束】为【方向向量】或【垂直于轮廓】时可用）：为起始或结束轮廓应用拔模角度，如图 3-32 所示。

(4) **【起始/结束处相切长度】**（在设置【开始/结束约束】为【无】时不可用）：控制对放样的影响量，如图 3-33 所示。



图 3-31 设置【开始约束】为【方向向量】时的参数



图 3-32 【拔模角度】参数



图 3-33 【起始/结束处相切长度】参数

(5) **【应用到所有】**：显示一个为整个轮廓控制所有约束的控标；取消启用此复选框，显示可允许单个线段控制约束的多个控标。

在选择不同【起始/结束约束】选项时的效果如图 3-34 所示。

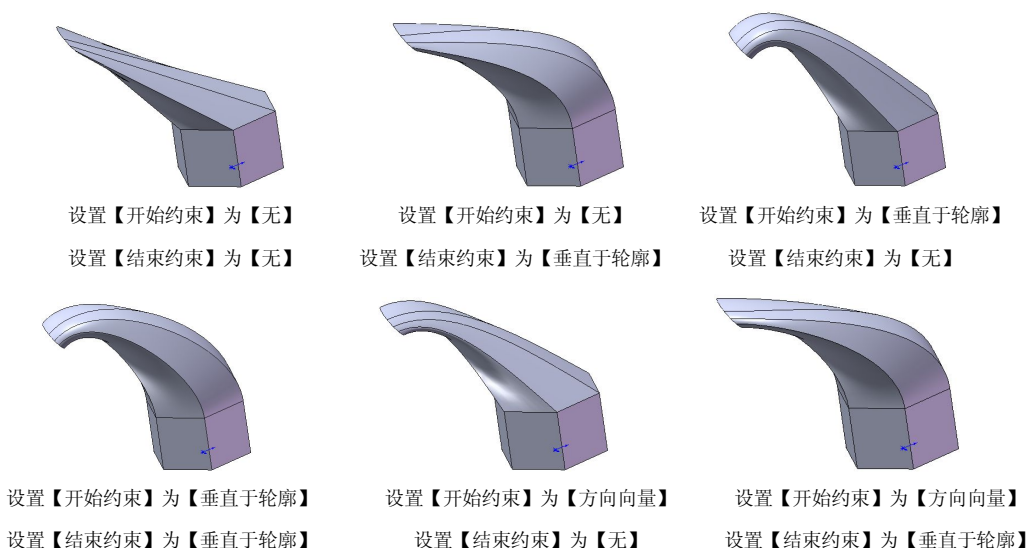


图 3-34 选择不同【起始/结束约束】选项时的效果



图 3-35 【引导线感应类型】选项

### 3. 【引导线】选项组

(1)【引导线感应类型】：控制引导线对放样的影响力，其选项如图 3-35 所示。

- 【到下一引线】：只将引导线延伸到下一引导线。
- 【到下一尖角】：只将引导线延伸到下一尖角。
- 【到下一边线】：只将引导线延伸到下一边线。

- 【整体】：将引导线影响力延伸到整个放样。

选择不同【引导线感应类型】选项时的效果如图 3-36 所示。

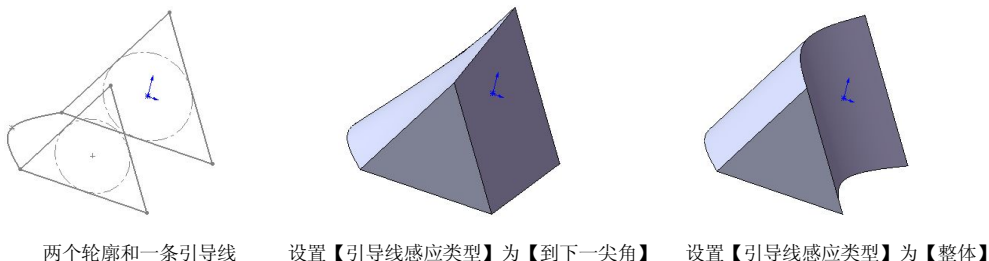


图 3-36 选择不同【引导线感应类型】选项时的效果

(2) 【引导线】：选择引导线来控制放样。

(3) 【上移】、 【下移】：调整引导线的顺序。

(4) 【边线<n>-相切】：控制放样与引导线相交处的相切关系（n 为所选引导线标号）。其选项如图 3-37 所示。

- 【无】：不应用相切约束。
- 【方向向量】：根据所选的方向向量应用相切约束。
- 【与面相切】（在引导线位于现有几何体的边线上时可用）：在位于引导线路径上的相

邻面之间添加边侧相切，从而在相邻面之间生成更平滑的过渡。



为获得最佳结果，轮廓在其与引导线相交处还应与相切面相切。理想的公差是 $2^{\circ}$ 或者小于 $2^{\circ}$ ，可以使用连接点离相切面小于 $30^{\circ}$ 的轮廓（角度大于 $30^{\circ}$ ，放样就会失败）。

(5) **【方向向量】**（在设置**【边线<n>-相切】**为**【方向向量】**时可用）：根据所选的方向向量应用相切约束，放样与所选线性边线或者轴相切，也可以与所选面或者基准面的法线相切。

(6) **【拔模角度】**（在设置**【边线<n>-相切】**为**【方向向量】**或者设置**【草图<n>-相切】**为**【方向向量】**或**【垂直于轮廓】**时可用）：只要几何关系成立，将拔模角度沿引导线应用到放样。

#### 4. **【中心线参数】**选项组

(1) **【中心线】**：使用中心线引导放样形状。

(2) **【截面数】**：在轮廓之间并围绕中心线添加截面。

(3) **【显示截面】**：显示放样截面。单击箭头显示截面，也可输入截面数，然后单击按钮跳转到该截面。

#### 5. **【草图工具】**选项组

使用**【Selection Manager（选择管理器）】**帮助选择草图实体。

(1) **【拖动草图】**：激活拖动模式，当编辑放样特征时，可从任何已经为放样定义了轮廓线的3D草图中拖动3D草图线段、点或基准面，3D草图在拖动时自动更新。如果需要退出草图拖动状态，再次单击**【拖动草图】**按钮即可。

(2) **【撤销草图拖动】**：撤销先前的草图拖动并将预览返回到其先前状态。

#### 6. **【选项】**选项组（如图3-38所示）

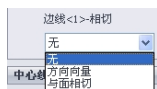


图 3-37 **【边线<n>-相切】**选项



图 3-38 **【选项】**选项组

(1) **【合并切面】**：如果对应的线段相切，则保持放样中的曲面相切。

(2) **【闭合放样】**：沿放样方向生成闭合实体，选择此选项会自动连接最后一个和第一个草图实体。

(3) **【显示预览】**：显示放样的上色预览；取消选择此选项，则只能查看路径和引导线。

(4) **【合并结果】**：合并所有放样要素。

#### 7. **【薄壁特征】**选项组


**【类型】**：设置**【薄壁特征】**放样的类型，如图3-39所示。

(1) **【单向】**：设置同一 **【厚度】**数值，以单一方向从轮廓生成薄壁特征。

(2) **【两侧对称】**：设置同一 **【厚度】**数值，以两个方向从轮廓生成薄壁特征。





图 3-39 **【类型】**选项

(3) **【双向】**: 设置不同  **【厚度】**、 **【方向 2 厚度】** 数值, 以两个相反的方向从轮廓生成薄壁特征。

### 3.4.3 放样特征的操作方法

生成放样特征的操作方法如下:

(1) 打开需要放样的草图。选择 **【插入】|【凸台/基体】|【放样】** 菜单命令, 系统打开 **【放样】** 属性管理器。在 **【轮廓】** 选项组中, 单击  **【轮廓】** 选择框, 在图形区域分别选择矩形草图的一个顶点和六边形草图的一个顶点, 如图 3-40 所示, 单击  **【确定】** 按钮, 结果如图 3-41 所示。



(2) 在 **【轮廓】** 选项组中, 单击  **【轮廓】** 选择框, 在图形区域分别选择矩形草图的一个顶点和六边形草图的另一个顶点, 单击  **【确定】** 按钮, 结果如图 3-42 所示。



图 3-40 设置 **【轮廓】** 选项组

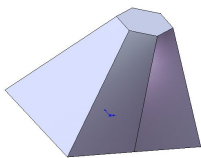


图 3-41 生成放样特征

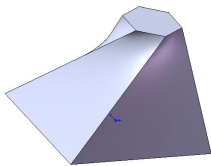


图 3-42 生成放样特征

(3) 在 **【起始/结束约束】** 选项组中, 设置 **【开始约束】** 为 **【垂直于轮廓】**, 如图 3-43 所示, 单击  **【确定】** 按钮, 结果如图 3-44 所示。



图 3-43 **【起始/结束约束】** 选项组

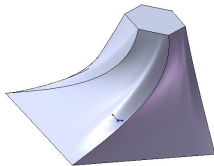









图 3-44 生成放样特征

## 3.5 设计范例

下面通过一个牙膏管的范例来介绍放样特征的使用方法, 最终效果如图 3-45 所示。以下是范例的具体制作步骤。

(1) 启动中文版 SolidWorks 2011, 单击 **【标准】** 工具栏中的  **【新建】** 按钮, 打开 **【新建 SolidWorks 文件】** 对话框, 单击 **【零件】** 按钮, 单击  **【确定】** 按钮。

(2) 选择 **【文件】|【另存为】** 菜单命令, 打开 **【另存为】** 对话框, 在 **【文件名】** 文字框中输入 “03 牙膏管”, 单击 **【保存】** 按钮。

(3) 单击 **【特征管理器设计树】** 中的 **【前视基准面】** 图标, 使前视基准面成为草图绘制平面。单击 **【标准视图】** 工具栏中的  **【正视于】** 按钮, 并单击 **【草图】** 工具栏中的  **【草图绘制】** 按钮, 进入草图绘制状态。单击 **【草图】** 工具栏中的  **【直线】** 按钮、 **【圆心/起/终点画弧】** 按钮和  **【智能尺寸】** 按钮, 绘制草图并标注尺寸, 如图 3-46 所示。

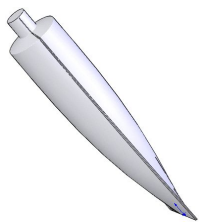


图 3-45 牙膏管模型

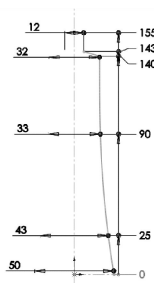


图 3-46 绘制草图

(4) 单击【特征管理器设计树】中的【上视基准面】图标，使上视基准面成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【直线】按钮和【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 3-47 所示。



图 3-47 绘制草图

(5) 单击上视基准面，选择【插入】|【参考几何体】|【基准面】菜单命令，打开【基准面】属性管理器，如图 3-48 所示。单击绘图区中的一点，生成参考基准面。

(6) 单击【特征管理器设计树】中的【基准面 1】图标，使基准面 1 成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【圆心/起/终点画弧】按钮和【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 3-49 所示。



图 3-48 【基准面】属性设置

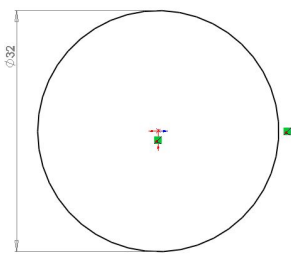


图 3-49 绘制草图

(7) 单击上视基准面，选择【插入】|【参考几何体】|【基准面】菜单命令，系统弹出【基准面】属性管理器，如图 3-50 所示。单击绘图区中的一点，生成参考基准面。

(8) 单击【特征管理器设计树】中的【基准面 2】图标，使基准面 2 成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【圆心/起/终点画弧】按钮和【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 3-51 所示。





图 3-50 【基准面】属性设置

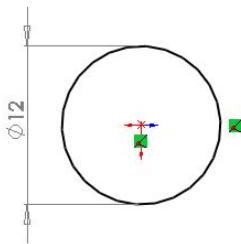


图 3-51 绘制草图

(9) 单击上视基准面, 选择【插入】|【参考几何体】|【基准面】菜单命令, 打开【基准面】属性管理器, 如图 3-52 所示。单击绘图区中的一点, 生成参考基准面。

(10) 单击【特征管理器设计树】中的【基准面 3】图标, 使基准面 3 成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮, 并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮, 进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【圆心/起/终点画弧】按钮和【智能尺寸】按钮, 绘制草图并标注尺寸, 如图 3-53 所示。

(11) 单击【特征管理器设计树】中的【右视基准面】图标, 使右视基准面成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮, 并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮, 进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【直线】按钮、【圆心/起/终点画弧】按钮和【智能尺寸】按钮, 绘制草图并标注尺寸, 如图 3-54 所示。

(12) 单击【特征管理器设计树】中的【前视基准面】图标, 使前视基准面成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮, 并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮, 进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【直线】按钮和【圆心/起/终点画弧】按钮, 绘制草图, 如图 3-55 所示。



图 3-52 【基准面】属性设置

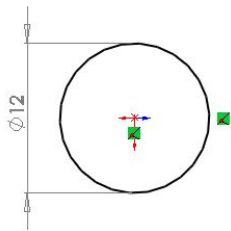


图 3-53 绘制草图

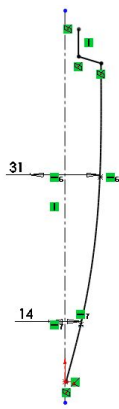


图 3-54 绘制草图



图 3-55 绘制草图



## 第4章 实体附加特征

实体附加特征是针对已经完成的实体模型进行辅助性的编辑特征，其应用到的特征包括圆角特征、倒角特征、筋特征、孔特征和抽壳特征。这些附加特征可使实体更符合设计意图，希望读者认真学习。

筋特征用于在指定的位置生成加强筋；孔特征用于在给定位置生成直孔或异型孔；圆角特征一般给铸造类零件的边线添加圆角；倒角特征是在零件的边缘产生倒角；抽壳特征用于掏空零件，使选择的面敞开，在剩余的面上生成薄壁特征。

### 4.1 圆角特征

圆角特征是在零件上生成内圆角面或者外圆角面的一种特征，可在一个面的所有边线、所选的多组面、所选的边线或边线环上生成圆角。

#### 4.1.1 圆角特征的生成规则

一般而言，在生成圆角时应遵循以下规则：


(1) 在添加小圆角之前添加较大圆角。当有多个圆角汇聚于一个顶点时，先生成较大的圆角。

(2) 在生成圆角前先添加拔模特征。如果要生成具有多个圆角边线及拔模面的铸模零件，在大多数情况下，应在添加圆角之前添加拔模特征。

(3) 最后添加装饰用的圆角。在大多数其他几何体定位后尝试添加装饰圆角，添加的时间越早，系统重建零件需要花费的时间越长。

(4) 如果要加快零件重建的速度，使用一次生成多个圆角的方法处理需要相同半径圆角的多条边线。



#### 4.1.2 圆角特征的属性设置

选择【插入】|【特征】|【圆角】菜单命令或者单击【特征】工具栏中的【圆角】按钮，系统弹出【圆角】属性管理器。在【手工】模式中，【圆角类型】选项组如图 4-1 所示。

##### 1. 等半径

在整个边线上生成具有相同半径的圆角。选中【等半径】单选按钮，属性设置如图 4-2 所示。

(1) 【圆角项目】选项组。

-  【半径】：设置圆角的半径。
-  【边线、面、特征和环】：在图形区域选择要进行圆角处理的实体。
- 【多半径圆角】：以不同边线的半径生成圆角，可以使用不同半径的三条边线生成圆角，但不能为具有共同边线的面或环指定多个半径。
- 【切线延伸】：将圆角延伸到所有与所选面相切的面。

- **【完整预览】**：显示所有边线的圆角预览。
- **【部分预览】**：只显示一条边线的圆角预览。
- **【无预览】**：可以缩短复杂模型的重建时间。



图 4-1 【圆角类型】选项组



图 4-2 选中【等半径】单选按钮后的属性设置

## (2) 【逆转参数】选项组。

在混合曲面之间沿着模型边线生成圆角并形成平滑的过渡。

- **【距离】**：在顶点处设置圆角逆转距离。
- **【逆转顶点】**：在图形区域选择一个或者多个顶点。
- **【逆转距离】**：以相应的 **【距离】** 数值列举边线数。
- **【设定未指定的】**：应用当前的 **【距离】** 数值到 **【逆转距离】** 下没有指定距离的所有项目。
- **【设定所有】**：应用当前的 **【距离】** 数值到 **【逆转距离】** 下的所有项目。

## (3) 【圆角选项】选项组。

- **【通过面选择】**：应用通过隐藏边线的面选择边线。
- **【保持特征】**：如果应用一个大到可以覆盖特征的圆角半径，则保持切除或者凸台特征使其可见。
- **【圆形角】**：生成含圆形角的等半径圆角。必须选择至少两个相邻边线使其圆角化，圆形角在边线之间有平滑过渡，可以消除边线汇合处的尖锐接合点。
- **【扩展方式】**：控制在单一闭合边线（如圆、样条曲线、椭圆等）上的圆角与边线汇合时的方式。
- **【默认】**：由应用程序选中 **【保持边线】** 或 **【保持曲面】** 单选按钮。
- **【保持边线】**：模型边线保持不变，而圆角则进行调整。
- **【保持曲面】**：圆角边线调整为连续和平滑，而模型边线更改以与圆角边线匹配。

## 2. 变半径

生成含可变半径值的圆角，使用控制点帮助定义圆角。选中 **【变半径】** 单选按钮，属性设置如图 4-3 所示。

### (1) 【圆角项目】选项组。

- **【边线、面、特征和环】**：在图形区域选择需要进行圆角处理的实体。

## (2) 【变半径参数】选项组。

- 【半径】：设置圆角半径。
- 【附加的半径】：列举在【圆角项目】选项组的 【边线、面、特征和环】选择框中的边线顶点，并列举在图形区域选择的控制点。
- 【设定未指定的】：应用当前的 【半径】到 【附加的半径】下所有未指定半径的项目。
- 【设定所有】：应用当前的 【半径】到 【附加的半径】下的所有项目。
- 【实例数】：设置边线上的控制点数。
- 【平滑过渡】：生成圆角，当一条圆角边线接合于一个邻近面时，圆角半径从某一半径平滑地转换为另一半径。
- 【直线过渡】：生成圆角，圆角半径从某一半径线性转换为另一半径，但是不将切边与邻近圆角相匹配。

## (3) 【逆转参数】选项组。

与【等半径】的【逆转参数】选项组属性设置相同。

## (4) 【圆角选项】选项组

与【等半径】的【圆角选项】选项组属性设置相同。

## 3. 面圆角

用于混合非相邻、非连续的面。选中【面圆角】单选按钮，属性设置如图 4-4 所示。

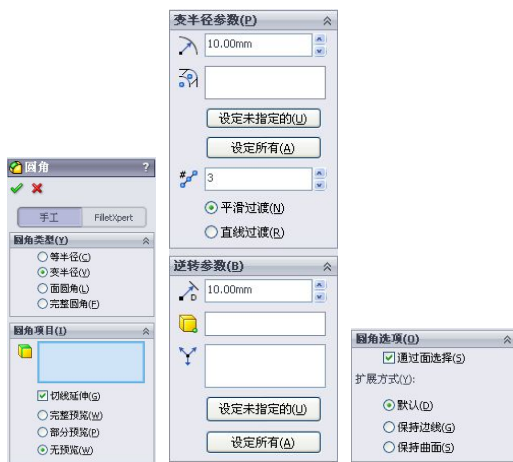


图 4-3 选中【变半径】单选按钮后的属性设置

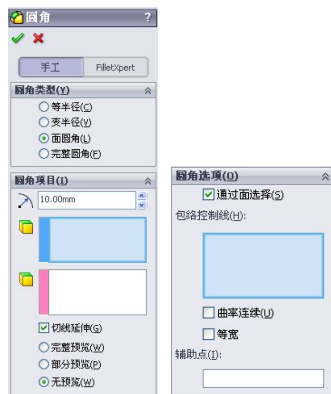


图 4-4 选中【面圆角】单选按钮后的属性设置

## (1) 【圆角项目】选项组。

- 【半径】：设置圆角半径。
- 【面组 1】：在图形区域选择要混合的第一个面或第一组面。
- 【面组 2】：在图形区域选择要与【面组 1】混合的面。




## (2) 【圆角选项】选项组。

- 【通过面选择】：应用通过隐藏边线的面选择边线。
- 【包络控制线】：选择模型上的边线或者面上的投影分割线，作为决定圆角形状的边界，圆角的半径由控制线和要圆角化的边线之间的距离控制。

- **【曲率连续】**: 解决不连续问题并在相邻曲面之间生成更平滑的曲率。如果需要核实曲率连续性的效果, 可显示斑马条纹, 也可使用曲率工具分析曲率。曲率连续圆角不同于标准圆角, 它们有一个样条曲线横断面, 而不是圆形横断面, 曲率连续圆角比标准圆角更平滑, 因为边界处在曲率中无跳跃。
- **【等宽】**: 生成等宽的圆角。
- **【辅助点】**: 在可能不清楚在何处发生面混合时解决模糊选择的问题。单击**【辅助点】**选择框, 然后单击要插入面圆角的边线上的一个顶点, 圆角在靠近辅助点的位置处生成。

#### 4. 完整圆角

生成相切于三个相邻面组(一个或者多个面相切)的圆角。选中**【完整圆角】**单选按钮, 属性设置如图4-5所示。

-  **【面组1】**: 选择第一个边侧面。
-  **【中央面组】**: 选择中央面。
-  **【面组2】**: 选择与**【面组1】**相反的面组。

在**【FilletXpert】**模式中, 可以帮助管理、组织和重新排序圆角。

使用**【添加】**选项卡生成新的圆角, 使用**【更改】**选项卡修改现有圆角。切换到**【添加】**选项卡, 如图4-6所示。





图 4-5 选中**【完整圆角】**单选按钮后的属性设置



图 4-6 **【添加】**选项卡

#### (1) **【圆角项目】**选项组。


-  **【边线、面、特征和环】**: 在图形区域选择要用圆角处理的实体。
-  **【半径】**: 设置圆角半径。

#### (2) **【选项】**选项组。

- **【通过面选择】**: 在上色或者 HLR 显示模式中应用隐藏边线的选择。
- **【切线延伸】**: 将圆角延伸到所有与所选边线相切的边线。
- **【完整预览】**: 显示所有边线的圆角预览。
- **【部分预览】**: 只显示一条边线的圆角预览。
- **【无预览】**: 可以缩短复杂圆角的显示时间。


切换到**【更改】**选项卡, 如图4-7所示。

#### (1) **【要更改的圆角】**选项组。

-  **【边线、面、特征和环】**: 选择要调整大小或者删除的圆角, 可以在图形区域选择



个别边线，从包含多条圆角边线的圆角特征中删除个别边线或调整其大小，或以图形方式编辑圆角，而不必知道边线在圆角特征中的组织方式。

-  **【半径】**：设置新的圆角半径。
- **【调整大小】**：将所选圆角修改为设置的半径值。
- **【移除】**：从模型中删除所选的圆角。

(2) **【现有圆角】** 选项组。


- **【按大小分类】**：按照大小过滤所有圆角。从**【过滤面组】**选择框中选择圆角大小以选择模型中包含该值的所有圆角，同时将它们显示在 **【边线、面、特征和环】**选择框中，如图 4-8 所示。



图 4-7 **【更改】**选项卡



图 4-8 **【过滤面组】**选择框

### 4.1.3 生成圆角特征的操作步骤

生成圆角特征的操作步骤如下：




(1) 选择**【插入】|【特征】|【圆角】**菜单命令，系统打开**【圆角】**属性管理器。在**【圆角类型】**选项组中，选中**【等半径】**单选按钮，如图 4-9 所示；在**【圆角项目】**选项组中，单击 **【边线、面、特征和环】**选择框，选择模型上面的 4 条边线，设置 **【半径】**为 10mm，单击 **【确定】**按钮，生成等半径圆角特征，如图 4-10 所示。



图 4-9 选中**【等半径】**单选按钮

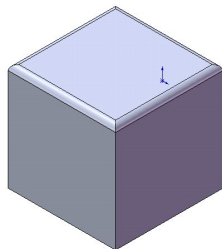


图 4-10 生成等半径圆角特征

(2) 在**【圆角类型】**选项组中，选中**【变半径】**单选按钮。在**【圆角项目】**选项组中，








单击  【边线、面、特征和环】选择框，在图形区域选择模型正面的一条边线；在【变半径参数】选项组中，单击  【附加的半径】中的【V1】，设置  【半径】为 10mm，单击  【附加的半径】中的【V2】，设置  【半径】为 20mm，再设置  【实例数】为 4，如图 4-11 所示，单击  【确定】按钮，生成变半径圆角特征，如图 4-12 所示。



图 4-11 选中【变半径】单选按钮及  
【变半径参数】选项组参数设置

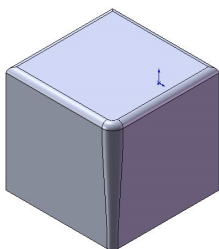




图 4-12 生成变半径圆角特征

## 4.2 倒角特征

倒角特征是在所选边线、面或者顶点上生成倾斜的特征。

### 4.2.1 倒角特征的属性设置

单击【特征】工具栏中的  【倒角】按钮或者选择【插入】|【特征】|【倒角】菜单命令，系统弹出【倒角】属性管理器，如图 4-13 所示。

(1)  【边线、面或顶点】：在图形区域选择需要倒角的实体。

(2) 【通过面选择】：通过隐藏边线的面选择边线。




(3) 【保持特征】：保留如切除或拉伸之类的特征，这些特征在生成倒角时通常被移除。



图 4-13 【倒角】属性管理器

### 4.2.2 生成倒角特征的操作步骤

生成倒角特征的操作步骤如下：

(1) 选择【插入】|【特征】|【倒角】菜单命令，系统打开【倒角】属性管理器。在【倒角参数】选项组中，单击  【边线、面或顶点】选择框，在图形区域选择模型的左侧边线，选中【角度距离】单选按钮，设置  【距离】为 60mm， 【角度】为 45°，取消启用【保

持特征】复选框,如图 4-14 所示,单击 【确定】按钮,生成不保持特征的倒角特征,如图 4-15 所示。


(2) 在【倒角参数】选项组中,启用【保持特征】复选框,单击 【确定】按钮,生成保持特征的倒角特征,如图 4-16 所示。



图 4-14 【倒角】属性设置

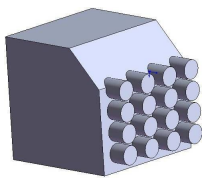


图 4-15 生成不保持特征的倒角特征

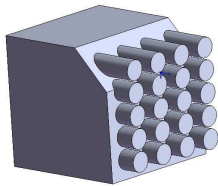


图 4-16 生成保持特征的倒角特征

## 4.3 筋特征

筋是从开环或闭环绘制的轮廓所生成的特殊类型拉伸特征。它在轮廓与现有零件之间添加指定方向和厚度的材料,可使用单一或多个草图生成筋,也可以用拔模生成筋特征,或者选择要拔模的参考轮廓。

### 4.3.1 筋特征的属性设置





单击【特征】工具栏中的 【筋】按钮或选择【插入】|【特征】|【筋】菜单命令,系统弹出【筋】属性管理器,如图 4-17 所示。




图 4-17 【筋】属性管理器



#### 1. 【参数】选项组

(1) 【厚度】: 在草图边缘添加筋的厚度。

- 【第一边】: 只延伸草图轮廓到草图的一边。
- 【两侧】: 均匀延伸草图轮廓到草图的两边。
- 【第二边】: 只延伸草图轮廓到草图的另一边。


(2) 【筋厚度】: 设置筋的厚度。

(3) 【拉伸方向】: 设置筋的拉伸方向。

- 【平行于草图】: 平行于草图生成筋拉伸。
- 【垂直于草图】: 垂直于草图生成筋拉伸。

选择不同选项时的效果如图 4-18 所示。

(4) 【反转材料方向】: 更改拉伸的方向。

(5) 【拔模开/关】: 添加拔模特征到筋,可以设置【拔模角度】。

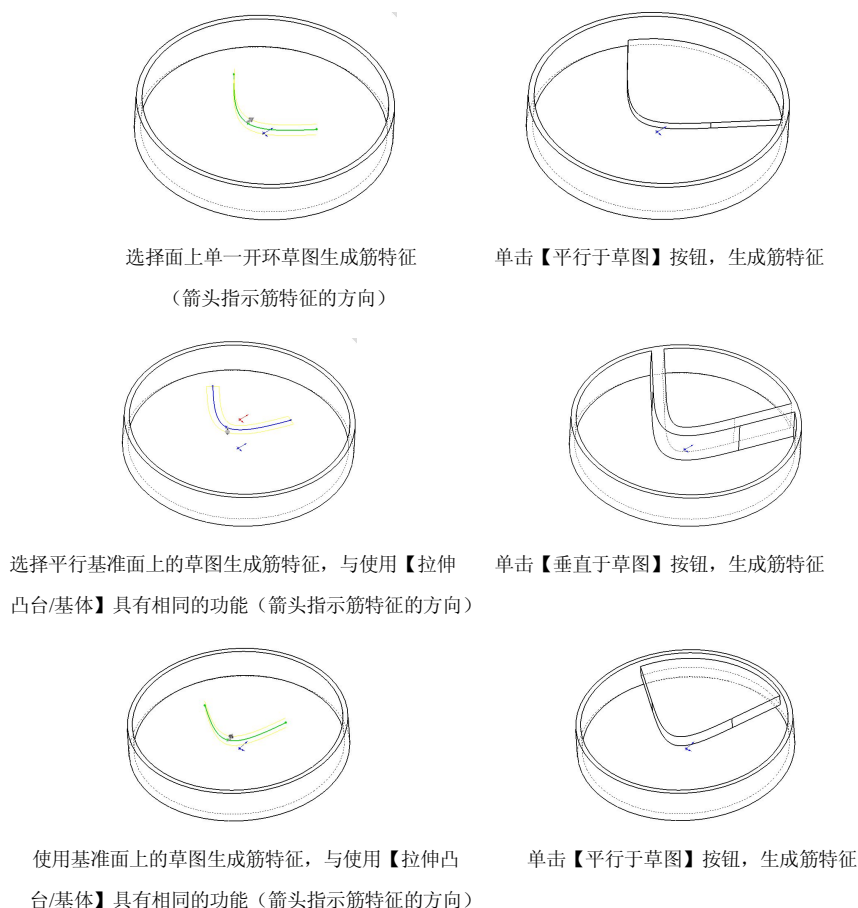


图 4-18 选择不同筋拉伸方向的效果

- 【向外拔模】(在 【拔模开/关】被选择时可用): 生成向外拔模角度; 取消启用此复选框, 将生成向内拔模角度。
- (6) 【类型】(在【拉伸方向】中单击 【垂直于草图】按钮时可用)。
- 【线性】: 生成与草图方向相垂直的筋。
- 【自然】: 生成沿草图轮廓延伸方向的筋。例如, 如果草图为圆或者圆弧, 则自然使用圆形延伸筋, 直到与边界汇合。
- (7) 【下一参考】(在【拉伸方向】中单击 【平行于草图】按钮且单击 【拔模开/关】按钮时可用): 切换草图轮廓, 可以选择拔模所用的参考轮廓。

## 2. 【所选轮廓】选项组

【所选轮廓】参数用来列举生成筋特征的草图轮廓。

### 4.3.2 生成筋特征的操作步骤

生成筋特征的操作步骤如下:

- (1) 选择一个草图。
- (2) 选择【插入】|【特征】|【筋】菜单命令, 系统弹出【筋】属性管理器。在【参数】

选项组中,单击【两侧】按钮,设置【筋厚度】为 30mm,在【拉伸方向】中单击【平行于草图】按钮,取消启用【反转材料方向】复选框,如图 4-19 所示。

(3) 单击【确定】按钮,结果如图 4-20 所示。



图 4-19 【参数】选项组的参数设置

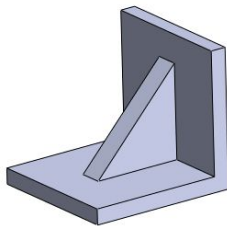


图 4-20 生成筋特征

## 4.4 孔特征

孔特征是在模型上生成各种类型的孔。在平面上放置孔并设置深度,可以通过标注尺寸的方法定义它的位置。

作为设计者,一般是在设计阶段临近结束时生成孔,这样可以避免因为疏忽而将材料添加到先前生成的孔内。如果准备生成不需要其他参数的孔,可以选择【简单直孔】命令;如果准备生成具有复杂轮廓的异型孔(如锥孔等),则一般会选择【异型孔向导】命令。两者相比较,【简单直孔】命令在生成不需要其他参数的孔时,可以提供比【异型孔向导】命令更优越的性能。

### 4.4.1 孔特征的属性设置

#### 1. 简单直孔

选择【插入】|【特征】|【孔】|【简单直孔】菜单命令,系统弹出【孔】属性管理器,如图 4-21 所示。

(1) 【从】选项组选项,如图 4-22 所示。







图 4-21 【孔】属性管理器



图 4-22 【从】选项组选项

- **【草图基准面】:** 从草图所在的同一基准面开始生成简单直孔。
- **【曲面/面/基准面】:** 从这些实体之一开始生成简单直孔。
- **【顶点】:** 从所选择的顶点位置开始生成简单直孔。

- **【等距】**: 从与当前草图基准面等距的基准面上生成简单直孔。
- (2) **【方向 1】** 选项组。
  - **【终止条件】**: 其选项如图 4-23 所示。
  - **【给定深度】**: 从草图的基准面以指定的距离延伸特征。
  - **【完全贯穿】**: 从草图的基准面延伸特征直到贯穿所有现有的几何体。
  - **【成形到下一面】**: 从草图的基准面延伸特征到下一面（隔断整个轮廓）以生成特征。
  - **【成形到一顶点】**: 从草图基准面延伸特征到某一平面，这个平面平行于草图基准面且穿越指定的顶点。
  - **【成形到一面】**: 从草图的基准面延伸特征到所选的曲面以生成特征。
  - **【到离指定面指定的距离】**: 从草图的基准面到某面的特定距离处生成特征。
  -  **【拉伸方向】**: 用于在除了垂直于草图轮廓以外的其他方向拉伸孔。
  -  **【深度】** 或者 **【等距距离】**: 在设置 **【终止条件】** 为 **【给定深度】** 或者 **【到离指定面指定的距离】** 时可用（在选择 **【给定深度】** 选项时，此选项为 **【深度】**；在选择 **【到离指定面指定的距离】** 选项时，此选项为 **【等距距离】**）。
  -  **【孔直径】**: 设置孔的直径。
  -  **【拔模开/关】**: 添加拔模到孔，可以设置 **【拔模角度】**。启用 **【向外拔模】** 复选框，则生成向外拔模。

设置 **【终止条件】** 为 **【到离指定面指定的距离】** 时，各参数如图 4-24 所示。

## 2. 异型孔


单击 **【特征】** 工具栏中的  **【异型孔向导】** 按钮或者选择 **【插入】|【特征】|【孔】|【向导】** 菜单命令，系统打开 **【孔规格】** 属性管理器，如图 4-25 所示。



图 4-23 **【终止条件】** 选项

图 4-24 设置 **【终止条件】** 为 **【到离指定面指定的距离】**

图 4-25 **【孔规格】** 属性管理器

(1) **【孔规格】** 属性管理器包括两个选项卡。

- **【类型】**: 设置孔类型参数。
- **【位置】**: 在平面或者非平面上找出异型孔向导孔，使用尺寸和其他草图绘制工具定位孔中心。

可以在这两个选项卡之间进行转换。例如，切换到 **【位置】** 选项卡定义孔的位置，切换



到【类型】选项卡定义孔的类型，然后再次切换到【位置】选项卡添加更多孔。



如果需要添加不同的孔类型，可以将其添加为单独的异型孔向导特征。

## (2) 【孔规格】选项组。

【孔规格】选项组会根据孔类型而有所不同，孔类型包括 【柱形沉头孔】、 【锥形沉头孔】、 【孔】、 【直螺纹孔】、 【锥形螺纹孔】、 【旧制孔】。

- 【标准】：选择孔的标准，如【Ansi Metric】或者【JIS】等。
- 【类型】：选择孔的类型，以【Ansi Inch】标准为例，其选项如图 4-26 所示（【旧制孔】为在 SolidWorks 2000 版本之前生成的孔，在此不做赘述）。
- 【大小】：为螺纹件选择尺寸大小。
- 【配合】（在单击【柱形沉头孔】和【锥形沉头孔】按钮时可用）：为扣件选择配合形式，其选项如图 4-27 所示。

## (3) 【截面尺寸】选项组（在单击【旧制孔】按钮时可用）。

双击任一数值可以进行编辑。

## (4) 【终止条件】选项组，如图 4-28 所示。



图 4-26 【类型】选项



图 4-27 【配合】选项



图 4-28 【终止条件】选项组类型选项

【终止条件】选项组中的参数根据孔类型的变化而有所不同。

- 【盲孔深度】（在设置【终止条件】为【给定深度】时可用）：设定孔的深度。对于【螺纹孔】类型，可以设置螺纹线的【螺纹线类型】和 【螺纹线深度】，如图

4-29 所示；对于【直管螺纹孔】类型，可以设置【螺纹线深度】，如图 4-30 所示。



图 4-29 设置【螺纹孔】的【终止条件】  
为【给定深度】



图 4-30 设置【直管螺纹孔】的【终止条件】  
为【给定深度】

- 【面/曲面/基准面】（在设置【终止条件】为【成形到一顶点】时可用）：将孔特征延伸到选择的顶点处。
- 【面/曲面/基准面】（在设置【终止条件】为【成形到一面】或者【到离指定面指定的距离】时可用）：将孔特征延伸到选择的面、曲面或者基准面处。
- 【等距距离】（在设置【终止条件】为【到离指定面指定的距离】时可用）：将孔特征延伸到从所选面、曲面或者基准面设置等距距离的平面处。

(5) 【选项】选项组，如图 4-31 所示。

【选项】选项组包括【带螺纹标注】、【螺纹线等级】、【近端锥孔】、 【近端锥形沉头孔直径】、 【近端锥形沉头孔角度】等选项，会根据孔类型的不同而发生变化。

(6) 【收藏】选项组。

该选项组用于管理可以在模型中重新使用的常用异型孔清单，如图 4-32 所示。



图 4-31 【选项】选项组



图 4-32 【收藏】选项组

- 【应用默认/无收藏】：重设到【没有选择最常用的】及默认设置。
- 【添加或更新收藏】：将所选异型孔向导孔添加到常用类型清单中。

如果需要添加常用类型，单击 【添加或更新收藏】按钮，打开【添加或更新收藏】对话框，输入名称，如图 4-33 所示，单击【确定】按钮。

如果需要更新常用类型，单击 【添加或更新收藏】按钮，打开【添加或更新收藏】对话框，输入新的或者现有名称。

- 【删除收藏】：删除所选的收藏。
- 【保存收藏】：保存所选的收藏。
- 【装入收藏】：载入收藏。

(7) 【显示自定义大小】选项组，如图 4-34 所示。

【显示自定义大小】选项组会根据孔类型的不同而发生变化。

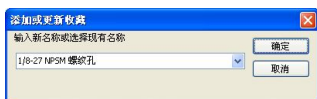


图 4-33 【添加或更新收藏】对话框



图 4-34 【显示自定义大小】选项组

#### 4.4.2 生成孔特征的操作步骤

生成孔特征的操作步骤如下：

(1) 选择【插入】|【特征】|【孔】|【简单直孔】菜单命令，系统弹出【孔】属性管理器。在【从】选项组中，选择【草图基准面】，如图 4-35 所示；在【方向 1】选项组中，设置【终止条件】为【给定深度】，【深度】为 30mm，【孔直径】为 30mm，【拔模角度】为  $26^\circ$ ，单击 【确定】按钮，生成简单直孔特征，如图 4-36 所示。



图 4-35 【孔】属性设置

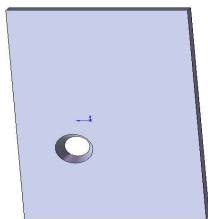


图 4-36 生成简单直孔特征

(2) 选择【插入】|【特征】|【孔】|【向导】菜单命令，系统打开【孔规格】属性管理器。切换到【类型】选项卡，在【孔类型】选项组中，单击 【锥形沉头孔】按钮，设置【标准】为【GB】，【类型】为【内六角花形半沉头螺钉】，【大小】为【M10】，【配合】为【正常】；在【终止条件】选项组中，设置【终止条件】为【完全贯穿】，如图 4-37 所示；切换到【位置】选项卡，在图形区域定义点的位置，单击 【确定】按钮，生成异型孔特征，如图 4-38 所示。



图 4-37 【孔规格】属性设置

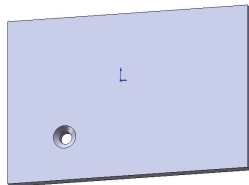


图 4-38 生成异型孔特征

### 4.5 抽壳特征

抽壳特征可以掏空零件，使所选择的面敞开，在其他面上生成薄壁特征。如果没有选择模

型上的任何面，则掏空实体零件，生成闭合的抽壳特征，也可以使用多个厚度以生成抽壳模型。

### 4.5.1 抽壳特征的属性设置

选择【插入】|【特征】|【抽壳】菜单命令，系统弹出【抽壳】属性管理器，如图 4-39 所示。

#### 1. 【参数】选项组

(1) 【厚度】：设置保留面的厚度。

(2) 【移除的面】：在图形区域可以选择一个或者多个面。

(3) 【壳厚朝外】：增加模型的外部尺寸。

(4) 【显示预览】：显示抽壳特征的预览。

#### 2. 【多厚度设定】选项组

【多厚度面】：在图形区域选择一个面，为所选面设置 【多厚度】数值。



图 4-39 【抽壳】属性管理器

### 4.5.2 生成抽壳特征的操作步骤

生成抽壳特征的操作步骤如下：

(1) 选择【插入】|【特征】|【抽壳】菜单命令，系统弹出【抽壳】属性管理器。在【参数】选项组中，设置 【厚度】为 10mm，单击 【移除的面】选择框，如图 4-40 所示，在图形区域选择模型的上表面，单击 【确定】按钮，生成抽壳特征，如图 4-41 所示。

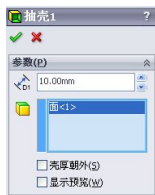


图 4-40 【抽壳】属性设置

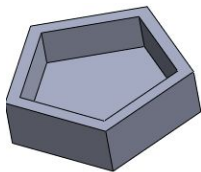


图 4-41 生成抽壳特征

(2) 在【多厚度设定】选项组中，单击 【多厚度面】选择框，选择模型的下表面和左侧面，设置 【多厚度】为 30mm，如图 4-42 所示，单击 【确定】按钮，生成多厚度抽壳特征，如图 4-43 所示。



图 4-42 【多厚度设定】选项组的参数设置

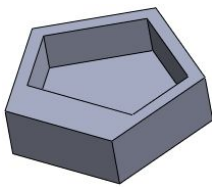


图 4-43 生成多厚度抽壳特征

## 4.6 扣合特征

扣合特征简化了为塑料和钣金零件生成共同特征的过程，可以生成下列 5 种扣合特征：

①装配凸台；②弹簧扣；③弹簧扣凹槽；④通风口；⑤唇缘/凹槽。

### 4.6.1 装配凸台特征

选择【插入】|【扣合特征】|【装配凸台】菜单命令或者单击【扣合特征】工具栏中的【装配凸台】按钮，系统弹出【装配凸台】属性管理器，如图 4-44 所示。

#### 1. 【定位】选项组

- (1) 【选择一个面或 3D 点】：选择用于放置装配凸台的平面或空间或一个 3D 点。
- (2) 【选择圆形边线将装配凸台定位】：选择圆形边线以定位装配凸台的中心轴。

#### 2. 【凸台】选项组

【凸台】选项组如图 4-45 所示。

- (1) 【输入凸台高度】：定义凸台的高度，如图 4-45 所示。

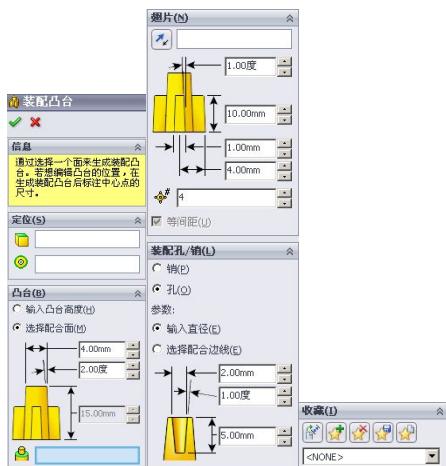


图 4-44 【装配凸台】属性管理器

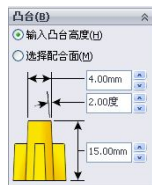


图 4-45 【凸台】选项组

- (2) 【选择配合面】：选中该单选按钮，可激活 【选择配合面】选择框，以定义配合面。
- (3) 【选择配合面】：选择与凸台顶部相配合的面。如果更改配合面的高度，凸台高度也会发生变化。没有选择配合面时装配凸台如图 4-46 所示；选择配合面时装配凸台如图 4-47 所示。

#### 3. 【翅片】选项组

- (1) 【选择一向量来定义翅片的方向】：选择用于定位一个翅片的方向向量。
- (2) 翅片的各项参数，如图 4-48 所示。

无翅片拔模角度时结果如图 4-49 所示；有翅片拔模角度时结果如图 4-50 所示。

【翅片宽度】：表示应用拔模前翅片基体的厚度，如图 4-51 所示。

【翅片长度】：是指以凸台中心为起点进行测量，如图 4-52 所示。

- (3) 【输入翅片数】：控制翅片的数量，如图 4-53 所示。

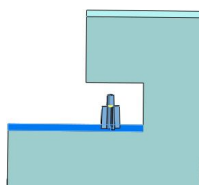


图 4-46 没有选择配合面

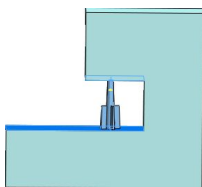


图 4-47 选择配合面

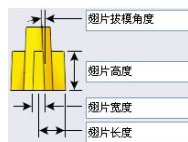


图 4-48 翅片的参数

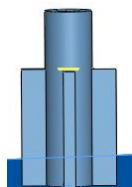


图 4-49 无翅片拔模角度

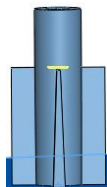


图 4-50 有翅片拔模角度

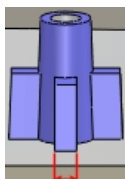


图 4-51 翅片宽度

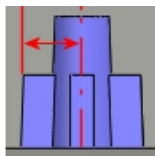


图 4-52 翅片长度

(4) **【等间距】**: 在翅片之间生成相同的角度。

#### 4. 【装配孔/销】选项组

(1) **【销】**: 生成装配销钉, 如图 4-54 所示。

(2) **【孔】**: 生成装配孔, 如图 4-55 所示。

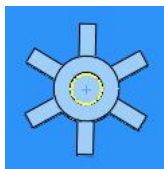


图 4-53 翅片数

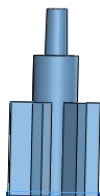


图 4-54 装配销钉



图 4-55 装配孔

(3) **【输入直径】**: 输入孔/销的直径, 先选择装配销还是装配孔, 再输入销或者孔的直径, 如图 4-56 所示。

(4) **【选择配合边线】**: 选中该单选按钮, 可激活**【选择配合边线来定义直径】**选择框。

(5) **【选择配合边线来定义直径】**: 选择自动定义直径的配合边线。



图 4-56 输入销/孔的直径

#### 5. 【收藏】选项组

管理在模型中多次使用的收藏清单。

(1) **【应用默认/无收藏】**: 重设到默认设置。

(2) **【添加或更新收藏】**: 要更新某个收藏, 可在 PropertyManager 中编辑其属性, 在收藏中选择其名称, 单击**【添加】**, 然后可输入新名称或现有的名称。

(3) **【删除收藏】**: 删除所选的收藏。

(4) **【保存收藏】**: 保存所选的收藏。




(5) **【装入收藏】**: 单击此按钮, 在文件夹浏览, 然后选择一个收藏。



## 4.6.2 弹簧扣特征

单击【扣合特征】工具栏中的【弹簧扣】按钮或者选择【插入】|【扣合特征】|【弹簧扣】菜单命令，系统弹出如图 4-57 所示的【弹簧扣】属性管理器。

### 1. 【弹簧扣选择】选项组

- (1)  【为扣钩的位置选择定位】：选择放置弹簧扣的边线或面。
- (2)  【定义扣钩的竖直方向】：选择面、边线或轴来定义弹簧扣的竖直方向。
- (3)  【定义扣钩的方向】：选择面、边线或轴来定义弹簧扣的方向。

定义弹簧扣方向之前，效果如图 4-58 所示；定义弹簧扣方向之后，效果如图 4-59 所示。

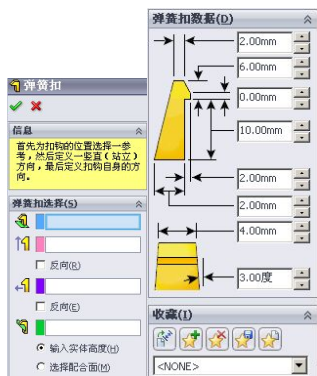


图 4-57 【弹簧扣】属性管理器

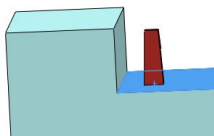


图 4-58 定义弹簧扣方向之前

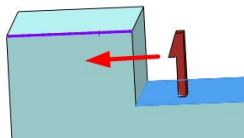



图 4-59 定义弹簧扣方向之后

- (4)  【选择一个面来配合扣钩实体】：选择与弹簧扣的实体配合的面。

选择配合面之前，效果如图 4-60 所示；选择配合面之后，效果如图 4-61 所示。

- (5) 【输入实体高度】：激活实体高度设定（位于弹簧扣数据下）。设定从在选择位置选择的实体到扣钩唇缘底部的弹簧扣高度，如图 4-62 所示。

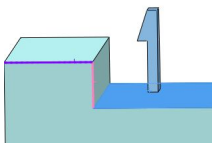


图 4-60 选择配合面之前

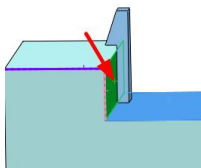


图 4-61 选择配合面之后

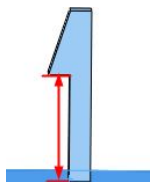


图 4-62 弹簧扣的实体高度

- (6) 【选择配合面】（用于弹簧扣底部）：选择与弹簧扣底部配合的面。

选择与弹簧扣底部配合的面之前，如图 4-63 所示；选择与弹簧扣底部配合的面之后，如图 4-64 所示。

### 2. 【弹簧扣数据】选项组

弹簧扣的各项数据如图 4-65 所示。

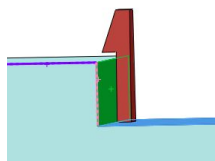


图 4-63 选择与弹簧扣底部配合的面之前

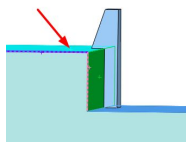


图 4-64 选择与弹簧扣底部配合的面之后

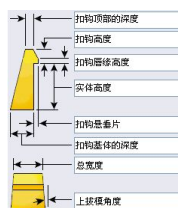


图 4-65 弹簧扣数据

### 4.6.3 弹簧扣凹槽特征

选择【插入】|【扣合特征】|【弹簧扣凹槽】菜单命令或者单击【扣合特征】工具栏中的【弹簧扣凹槽】按钮，系统弹出【弹簧扣凹槽】属性管理器，如图 4-66 所示。

- (1) 【从特征树选择一弹簧扣特征】：选择弹簧扣。
- (2) 【选择一实体】：设定凹槽的位置。
- (3) 弹簧扣凹槽的各项参数如图 4-67 所示。

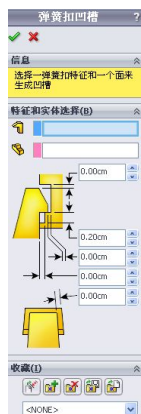


图 4-66 【弹簧扣凹槽】属性管理器

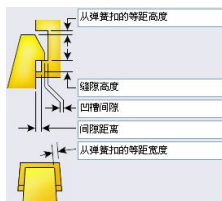


图 4-67 弹簧扣凹槽的参数

### 4.6.4 通风口特征

选择【插入】|【扣合特征】|【通风口】菜单命令或者单击【扣合特征】工具栏中的【通风口】按钮，系统弹出【通风口】属性管理器，如图 4-68 所示。

#### 1. 【边界】选项组

【为通风口的边界选择形成闭合轮廓的 2D 草图段】：选择形成闭合轮廓的草图线段作为外部通风口边界。可以生成任何形状的通风口，如图 4-69 和图 4-70 所示。

#### 2. 【几何体属性】选项组

- (1) 【选择放置通风口的面】：为通风口选择平面或空间。
- (2) 【拔模开/关】：可以将拔模应用于边界、填充边界及所有筋和翼梁中。单击拔模开/关之前，如图 4-71 所示；单击拔模开/关之后，如图 4-72 所示。
- (3) 【圆角的半径】：设定圆角半径，将应用于边界、筋、翼梁和填充边界之间的所有相交处。

没有选择圆角之前,如图 4-73 所示;选择圆角之后,如图 4-74 所示。



图 4-68 【通风口】属性管理器

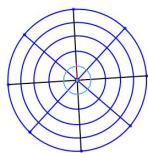


图 4-69 圆形通风口

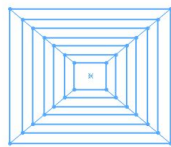


图 4-70 矩形通风口



图 4-71 无拔模角度



图 4-72 有拔模角度

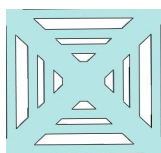


图 4-73 没有圆角

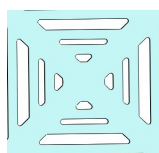


图 4-74 有圆角

### 3. 【流动区域】选项组

- (1) 面积: 边界内可用的总面积。
- (2) 开阔面积: 以占总面积的百分比表示。

### 4. 【筋】选项组

- (1) 【选择通风口筋的 2D 草图段】: 选择草图线段作为筋, 如图 4-75 所示。
- (2) 【输入筋的深度】: 筋的深度, 如图 4-76 所示。
- (3) 【输入筋的宽度】: 筋的宽度, 如图 4-77 所示。
- (4) 【输入筋从曲面的等距】: 使所有筋与曲面之间等距, 如图 4-78 所示。若有必要, 单击 【反向】按钮。

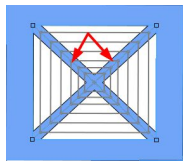


图 4-75 选择筋

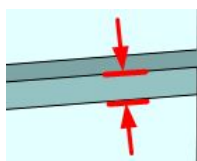


图 4-76 筋的深度

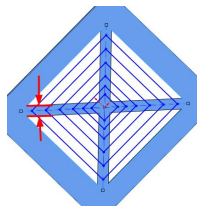


图 4-77 筋的宽度

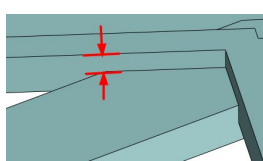




图 4-78 筋从曲面的等距距离

### 5. 【翼梁】选项组

- (1) 【选择代表通风口翼梁的 2D 草图段】: 选择草图线段作为翼梁, 如图 4-79 所示。

(2)  **【输入翼梁的深度】**: 设定所有翼梁的深度, 如图 4-80 所示。

(3)  **【输入翼梁的宽度】**: 设定所有翼梁的宽度, 如图 4-81 所示。

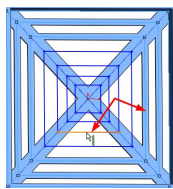


图 4-79 选择翼梁

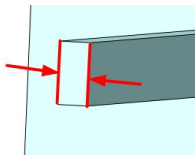


图 4-80 翼梁的深度

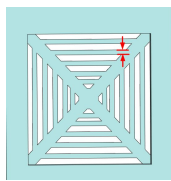





图 4-81 翼梁的宽度

(4) **【输入翼梁从曲面的等距】**: 使所有翼梁与曲面之间等距。若有必要, 单击  **【反向】** 按钮。

#### 6. **【填充边界】** 选项组

(1)  **【为通风口的边界选择形成闭合轮廓以定义支撑边界的 2D 草图段】**: 选择草图线段作为填充边界。选择形成闭合轮廓的草图实体。至少必须有一个筋与填充边界相交, 如图 4-82 所示。

(2)  **【输入支撑区域的深度】**: 填充边界的深度, 如图 4-83 所示。

(3) **【输入支撑区域的等距】**: 使所有筋与曲面之间等距, 如图 4-84 所示。

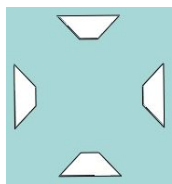


图 4-82 填充边界

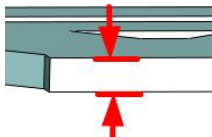


图 4-83 填充边界的深度

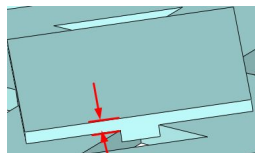



图 4-84 所有筋与曲面之间等距


### 4.6.5 唇缘/凹槽特征


在 **【扣合特征】** 工具栏中单击 **【唇缘/凹槽】** 按钮或者选择 **【插入】|【扣合特征】|【唇缘/凹槽】** 菜单命令, 系统弹出 **【唇缘/凹槽】** 属性管理器, 如图 4-85 所示。

#### 1. **【实体/零件选择】** 选项组

该选项组用来设置唇缘和凹槽的属性, 其选项包括以下内容。

(1)  **【凹槽实体】**: 用来选择凹槽实体, 选择要生成凹槽的实体或零部件。


(2)  **【唇缘实体】**: 用来选择唇缘实体, 选择要生成唇缘的实体或零部件。

(3)  **【方向】**: 用来定义方向, 选择一个基准面、平面或直线来定义唇缘和凹槽的方向, 如图 4-86 所示。

#### 2. **【凹槽选择】** 选项组

在选择要生成凹槽的实体后就会出现如图 4-87 所示 **【凹槽选择】** 选项组。

(1)  **【选择生成凹槽的面】**: 选择要生成凹槽的面。

(2)  **【为凹槽选取内边线或外边线以移除材料】**: 选择内部或外部边线, 该边线就是通过凹槽移除材料的位置。

(3) 凹槽的各项参数如图 4-88 所示。

(4) **【显示预览】**: 预览操作后的模型。

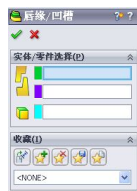


图 4-85 【唇缘/凹槽】属性管理器



图 4-86 【实体/零件选择】选项组

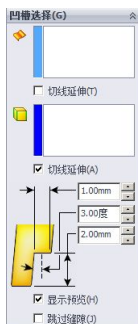


图 4-87 【凹槽选择】选项组

(5) **【跳过缝隙】**：在出现零件的筋与边壁相连这类情况时，使用相连的几何体。从模型中移除材料后形成凹槽，无凹槽和有凹槽的效果如图 4-89 和图 4-90 所示。

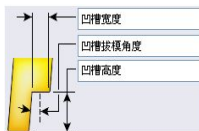


图 4-88 凹槽的参数

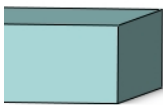


图 4-89 无凹槽

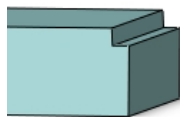


图 4-90 有凹槽

### 3. 【唇缘选择】选项组

在选择要生成唇缘的实体后会出现如图 4-91 所示【唇缘选择】选项组。

若选择用于生成唇缘和凹槽的所有面都是平面并且法向相同，则默认方向是垂直于平面。

(1) **【选取在其上生成唇缘的面】**：选择要生成唇缘的面。

(2) **【为唇缘选取内边线或外边线以移除材料】**：选择内部或外部唇缘边线，该边线就是通过唇缘添加材料的位置。

(3) 唇缘的各项参数如图 4-92 所示。

(4) **【显示预览】**：预览操作后的模型。

(5) **【跳过缝隙】**：在出现零件的筋与边壁相连这类情况时，使用相连的几何体。

(6) **【保留壁面】**：如果在带有拔模的模型壁上生成唇缘，则该复选框可以保留该拔模（如果可行），并将现有壁面延伸到唇缘的顶部。

将材料添加到模型后，无唇缘和有唇缘的效果如图 4-93 和图 4-94 所示。

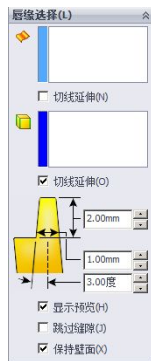


图 4-91 【唇缘选择】选项组

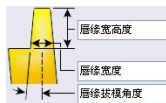


图 4-92 唇缘的参数



图 4-93 无唇缘

#### 4. 【参数】选项组

该选项组用来设置凹槽和唇缘的各项参数，选择要在一个实体中生成唇缘和凹槽的实体时，会出现如图 4-95 所示的参数设置。在此参数设置中可以设定控制唇缘和凹槽及它们之间接口的参数。

在一个实体中生成唇缘和凹槽的实体，如图 4-96 所示。

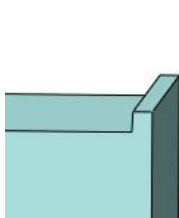


图 4-94 有唇缘

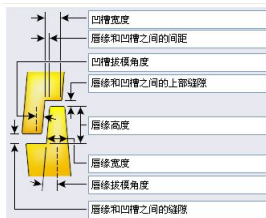


图 4-95 凹槽和唇缘的参数设置

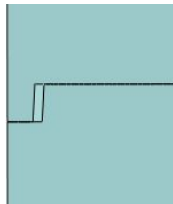


图 4-96 一个带凹槽和唇缘的实体

## 4.7 设计范例

SolidWorks 的基础特征包括拉伸、旋转、扫描和边界及相应的切除功能，以及异型孔、圆角、倒角、筋、拔模、抽壳、包覆、圆顶和镜向，同样设置参考集合体和曲线功能也是最基本的功能。本节例子通过一个零件的设计来详细介绍基础特征设计的基本思路和方法，读者可以举一反三运用到其他的零件设计中。如图 4-97 所示，为零件设计完成的状态。下面应用本章所提到的零件基本实体编辑来完成模型的建模工作。

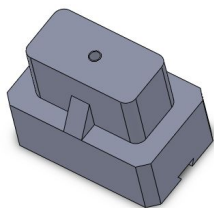


图 4-97 完成的零件

### 4.7.1 建立底座

(1) 打开 SolidWorks 2011，单击 【新建】按钮，系统打开【新建 SolidWorks 文件】对话框，单击【零件】按钮，单击【确定】按钮，进入工作环境。

(2) 选择【文件】|【另存为】菜单命令，系统打开【另存为】对话框，选择合适的文件夹，在【文件名】文本框中输入零件名称“04 底座”，单击【保存】按钮。

(3) 选择【特征管理器设计树】中的【上视基准面】，单击【特征】工具栏中的 【拉伸凸台/基体】按钮，系统自动进入草图绘制状态。

(4) 单击【草图】工具栏中的 【直线】按钮，绘制一个矩形，单击 【智能尺寸】按钮，标注矩形各条边的尺寸，如图 4-98 所示。标注完成后，单击 【退出】按钮。

(5) 系统打开【凸台-拉伸】属性管理器（图 4-99 中显示为【拉伸 1】），在【方向 1】选项组中设置【拉伸深度】为“30mm”，如图 4-99 所示，单击 【确定】按钮，完成后的拉伸特征如图 4-100 所示。

(6) 单击拉伸实体的侧面，如图 4-101 所示，再单击【特征】工具栏中的 【拉伸切除】按钮，系统进入草绘状态。

(7) 此时草绘平面和视线并不垂直，单击绘图区上方的 【视图定向】按钮，弹出各种视图方式，单击 【正视图】按钮，使草绘平面和视线垂直。



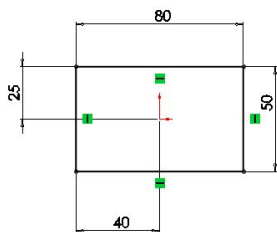


图 4-98 草绘图形



图 4-99 【凸台-拉伸】的属性设置

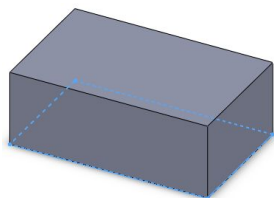


图 4-100 拉伸实体

(8) 单击【草图】工具栏中的 【直线】按钮，绘制一条直线，并单击 【智能尺寸】按钮标注尺寸，如图 4-102 所示。

(9) 单击【草图】工具栏中的 【直线】按钮，绘制一条直线，并单击 【智能尺寸】按钮标注尺寸，如图 4-103 所示。

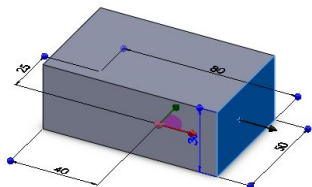


图 4-101 选择草绘平面

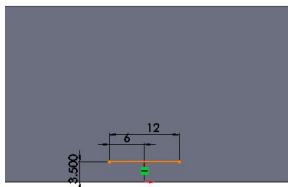


图 4-102 草绘直线并标注尺寸

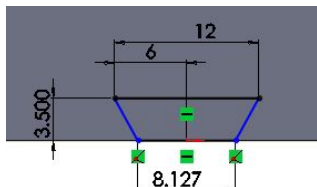


图 4-103 草绘图形并标注尺寸

(10) 单击 【退出】按钮，弹出【切除-拉伸】属性管理器（图 4-104 中显示的标题为【拉伸 2】），在【方向 1】选项组的【终止条件】下拉列表框中选择【完全贯穿】选项，如图 4-104 所示，单击【确定】按钮 ，拉伸切除效果如图 4-105 所示。



图 4-104 【切除-拉伸】的属性设置

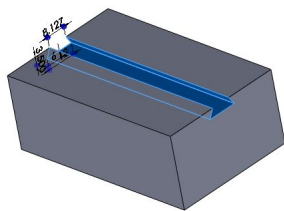


图 4-105 拉伸切除效果

#### 4.7.2 建立底座以上部分

(1) 选择底座的上表面为草绘平面，如图 4-106 所示，再单击【特征】工具栏中的 【拉伸凸台/基体】按钮，进入草绘状态。

(2) 单击绘图区上方【视图定向】下拉列表中的 【正视于】按钮，单击【草图】工具栏中的 【边角矩形】按钮，绘制一个矩形，单击 【智能尺寸】按钮，标注尺寸，如图

4-107 所示。

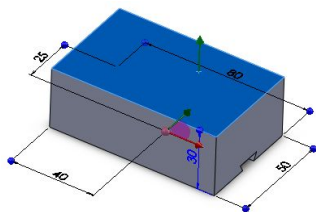


图 4-106 选择草绘平面

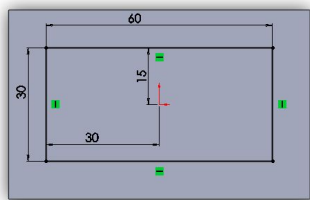


图 4-107 草绘图形

(3) 单击【退出】按钮，弹出【凸台-拉伸】属性管理器（图 4-108 中显示的标题为【拉伸 3】），在【方向 1】选项组【终止条件】下拉列表框中选择【给定深度】选项，设置【拉伸高度】为“30mm”，如图 4-108 所示，单击【确定】按钮，拉伸效果如图 4-109 所示。

(4) 选择上一步拉伸基体的上表面为草绘平面，如图 4-110 所示，单击【特征】工具栏中的【异型孔向导】按钮，进入草绘状态。

(5) 系统弹出【孔规格】属性管理器，选择【孔类型】为【螺纹孔】，【标准】为【GB】，【类型】为【底部螺纹孔】，在【孔规格】选项组的【大小】下拉列表框中选择【M6】，其他保持默认设置，如图 4-111 所示。单击【位置】标签，切换到【位置】选项卡，如图 4-112 所示。



图 4-108 【凸台-拉伸】的属性设置

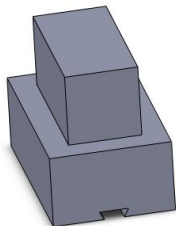


图 4-109 拉伸效果

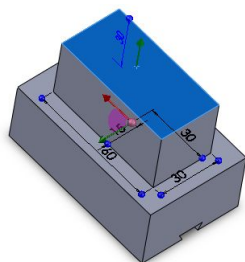


图 4-110 选择草绘平面



图 4-111 【孔规格】的属性设置

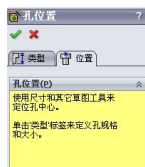




图 4-112 【位置】选项卡

(6) 单击【草图】工具栏中的【智能尺寸】按钮，标注并约束螺纹孔的中心在基体集合中心上，如图 4-113 所示，单击【孔规格】属性管理器中的【确定】按钮，完成的螺纹孔如图 4-114 所示。

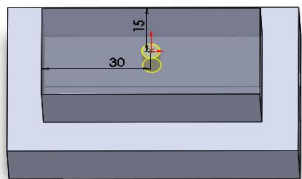


图 4-113 标注尺寸

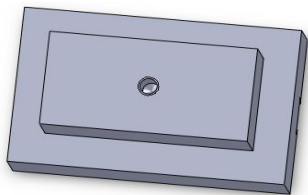





图 4-114 螺纹孔

### 4.7.3 建立筋特征

(1) 选择【特征管理器设计树】中的【右视基准面】，单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草绘状态，并使视图正视，如图 4-115 所示。

(2) 单击【草图】工具栏中的【直线】按钮，绘制一条直线，如图 4-116 所示。

(3) 单击【退出】按钮，单击【特征】工具栏中的【筋】按钮，弹出【筋】属性管理器，选择刚创建的直线，在【厚度】选项中单击【两侧】按钮，设置【拉伸距离】为“10mm”，如图 4-117 所示，单击【确定】按钮，创建的筋特征如图 4-118 所示。

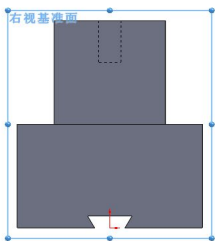


图 4-115 选择草绘平面

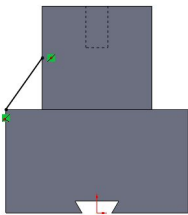


图 4-116 绘制直线



图 4-117 【筋】的属性设置

(4) 使用同样的方法在基体另一面做筋特征，完成后的结果如图 4-119 所示。

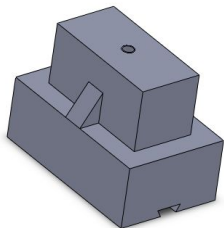


图 4-118 筋特征

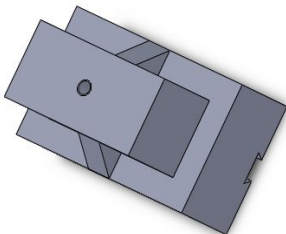


图 4-119 双侧筋特征

### 4.7.4 建立倒角和圆角特征

(1) 单击【特征】工具栏中【圆角】按钮上的箭头，从中单击【倒角】按钮，

弹出【倒角】属性管理器，在【距离】微调框中输入“5mm”，其他选项保持默认设置，如图 4-120 所示。

(2) 单击【边线和面或顶点】选择框，按住 Ctrl 键，在绘图区选择底座的四条边，如图 4-121 所示，最后单击【确定】按钮，完成倒角。



图 4-120 【倒角】的属性设置

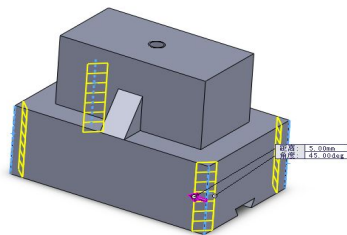


图 4-121 选择倒角边

(3) 完成后的倒角如图 4-122 所示。

(4) 单击【特征】工具栏中的【圆角】按钮，弹出【圆角】属性管理器，在【半径】微调框中输入“5mm”，其他选项保持默认设置，如图 4-123 所示。

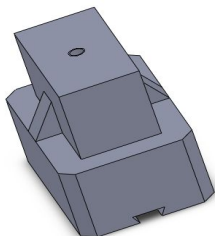


图 4-122 完成后的倒角



图 4-123 【圆角】的属性设置

(5) 单击【边线、面、特征和环】选择框，按住 Ctrl 键，在绘图区选择基体上部的四条边，如图 4-124 所示，最后单击【确定】按钮，完成圆角边。

(6) 至此，这个范例就完成了，最后完成的零件如图 4-125 所示。单击【保存】按钮或选择【文件】|【保存】菜单命令完成保存。

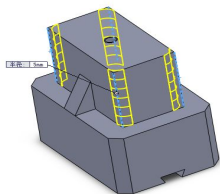


图 4-124 选择圆角边

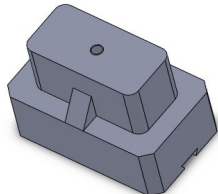


图 4-125 完成的零件

# 第 5 章 零件形变特征

零件形变特征可改变复杂曲面和实体模型的局部或整体形状，无须考虑用于生成模型的草图或者特征约束，其特征包括弯曲特征、压凹特征、变形特征、拔模特征和圆顶特征等，本章主要介绍这些特征的具体操作方法。

## 5.1 压凹特征

压凹特征是利用厚度和间隙生成的特征，其应用包括封装、冲印、铸模及机器的压入配合等。根据所选实体类型，指定目标实体和工具实体之间的间隙数值，并为压凹特征指定厚度数值。压凹特征可变形或从目标实体中切除某个部分。

压凹特征以工具实体的形状在目标实体中生成袋套或突起，因此在最终实体中比在原始实体中显示更多的面、边线和顶点。其注意事项如下：

- (1) 目标实体和工具实体必须有一个为实体。
- (2) 如果要生成压凹特征，目标实体必须与工具实体接触，或间隙值必须允许穿越目标实体的突起。
- (3) 如果要生成切除特征，目标实体和工具实体不必相互接触，但间隙值必须大到可足够生成与目标实体的交叉。
- (4) 如果需要以曲面工具实体压凹（或者切除）实体，曲面必须与实体完全相交。
- (5) 唯一不被允许的压凹组合为曲面目标实体和曲面工具实体。

### 5.1.1 压凹特征的属性设置

选择【插入】|【特征】|【压凹】菜单命令，系统弹出【压凹】属性管理器，如图 5-1 所示。



图 5-1 【压凹】属性管理器

#### 1. 【选择】选项组

- (1) 【目标实体】：选择要压凹的实体或曲面实体。
- (2) 【工具实体区域】：选择一个或多个实体（或者曲面实体）。
- (3) 【保留选择】、【移除选择】：选择要保留或移除的模型边界。
- (4) 【切除】：启用此复选框，则移除目标实体的交叉区域，无论实体还是曲面，即使没有厚度也会存在间隙。

#### 2. 【参数】选项组

- (1) 【厚度】（仅限实体）：确定压凹特征的厚度。
- (2) 【间隙】：确定目标实体和工具实体之间的间隙。如果有必要，可单击【反向】按钮。

### 5.1.2 生成压凹特征的操作步骤




选择【插入】|【特征】|【压凹】菜单命令，系统打开【压凹】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【目标实体】选择框，在图形区域选择模型实体，单击【工具实体区域】选择框，选择模型中拉伸特征的下表面，启用【切除】复选框；在【参数】选项组中，设置【间隙】为 2mm，如图 5-2 所示。在图形区域显示出预览，单击【确定】按钮，生成压凹特征，如图 5-3 所示。



图 5-2 【压凹】的属性设置

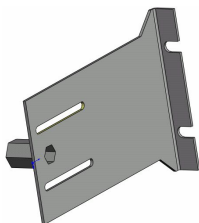


图 5-3 生成压凹特征

## 5.2 弯曲特征

弯曲特征以直观的方式对复杂的模型进行变形。弯曲特征包括 4 个选项：折弯、扭曲、锥削和伸展。



### 5.2.1 弯曲特征的属性设置

#### 1. 折弯



围绕三重轴中的红色  $x$  轴（即折弯轴）折弯一个或者多个实体，可以重新定位三重轴的位置和剪裁基准面，控制折弯的角度、位置和界限以改变折弯形状。

选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统弹出【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【折弯】单选按钮，属性设置如图 5-4 所示。

(1) 【弯曲输入】选项组。

- **【粗硬边线】**：生成如圆锥面、圆柱面及平面等的分析曲面，通常会形成剪裁基准面与实体相交的分割面。如果取消选择此项，则结果将基于样条曲线，曲面和平面会因此显得更光滑，而原有面保持不变。
-  **【角度】**：设置折弯角度，需要配合折弯半径。
-  **【半径】**：设置折弯半径。

(2) 【剪裁基准面 1】选项组。

-  **【为剪裁基准面 1 选择一参考实体】**：将剪裁基准面 1 的原点锁定到所选模型上的点。
-  **【基准面 1 剪裁距离】**：从实体的外部界限沿三重轴的剪裁基准面轴（蓝色  $z$  轴）移动到剪裁基准面上的距离。




(3) 【剪裁基准面 2】选项组。

【剪裁基准面 2】选项组的属性设置与【剪裁基准面 1】选项组基本相同，在此不做赘述。







(4) 【三重轴】选项组。

使用这些参数来设置三重轴的位置和方向。


-  【为枢轴三重轴参考选择一坐标系特征】：将三重轴的位置和方向锁定到坐标系上。



必须添加坐标系特征到模型上，才能使用此选项。

-  【X 旋转原点】、 【Y 旋转原点】、 【Z 旋转原点】：沿指定轴移动三重轴位置（相对于三重轴的默认位置）。
-  【X 旋转角度】、 【Y 旋转角度】、 【Z 旋转角度】：围绕指定轴旋转三重轴（相对于三重轴自身），此角度表示围绕零部件坐标系的旋转角度，且按照  $z$ 、 $y$ 、 $x$  顺序进行旋转。


(5) 【弯曲选项】选项组。

-  【弯曲精度】：控制曲面品质，提高品质还会提高弯曲特征的成功率。

## 2. 扭曲

扭曲特征是通过定位三重轴和剪裁基准面，控制扭曲的角度、位置和界限，使特征围绕三重轴的蓝色  $z$  轴扭曲。

选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统打开【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【扭曲】单选按钮，如图 5-5 所示。

-  【角度】：设置扭曲的角度。

其他选项组的属性设置不再赘述。

## 3. 锥削

锥削特征是通过定位三重轴和剪裁基准面，控制锥削的角度、位置和界限，使特征按照三重轴的蓝色  $z$  轴方向进行锥削。



选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统弹出【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【锥削】单选按钮，如图 5-6 所示。



图 5-4 选中【折弯】单选按钮后的属性设置



图 5-5 选中【扭曲】单选按钮

-  【锥削因子】：设置锥削量。调整  【锥削因子】时，剪裁基准面不移动。其他选项组的属性设置不再赘述。

#### 4. 伸展

伸展特征是通过指定距离或使用鼠标左键拖动剪裁基准面的边线，使特征按照三重轴的蓝色  $z$  轴方向进行伸展。


选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统打开【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【伸展】单选按钮，如图 5-7 所示。



图 5-6 选中【锥削】单选按钮





图 5-7 选中【伸展】单选按钮




-  【伸展距离】：设置伸展量。其他选项组的属性设置不再赘述。

### 5.2.2 生成弯曲特征的操作步骤

#### 1. 折弯

选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统弹出【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【折弯】单选按钮，单击  【弯曲的实体】选择框，在图形区域选择模型右侧的拉伸特征，设置  【角度】为  $90^\circ$ ， 【半径】为 132.86mm，单击  【确定】按钮，生成折弯弯曲特征，如图 5-8 所示。

#### 2. 扭曲

选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统打开【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【扭曲】单选按钮，单击  【弯曲的实体】选择框，在图形区域选择模型右侧的拉伸特征，设置  【角度】为  $90^\circ$ ，单击  【确定】按钮，生成扭曲弯曲特征，如图 5-9 所示。

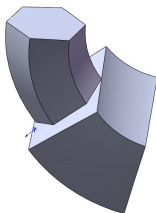


图 5-8 生成折弯弯曲特征

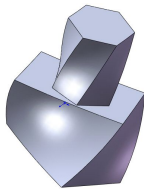



图 5-9 生成扭曲弯曲特征

#### 3. 锥削

选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统弹出【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【锥削】单选按钮，单击  【弯曲的实体】选择框，在图形区域选择模

型右侧的拉伸特征，设置【锥剃因子】为 1.5，单击【确定】按钮，生成锥削弯曲特征，如图 5-10 所示。

#### 4. 伸展

选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统弹出【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【伸展】单选按钮，单击【弯曲的实体】选择框，在图形区域选择模型右侧的拉伸特征，设置【伸展距离】为 100mm，单击【确定】按钮，生成伸展弯曲特征，如图 5-11 所示。

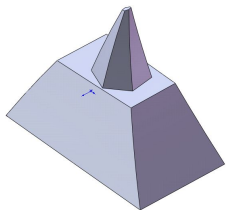


图 5-10 生成锥削弯曲特征

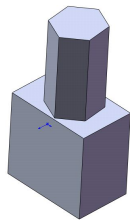


图 5-11 生成伸展弯曲特征

## 5.3 变形特征

变形特征是改变复杂曲面和实体模型的局部或者整体形状，无须考虑用于生成模型的草图或者特征约束。变形特征提供一种简单的方法虚拟改变模型，在生成设计概念或者对复杂模型进行几何修改时很有用，因为使用传统的草图、特征或者历史记录，编辑时需要花费很长的时间。

### 5.3.1 变形特征的属性设置



变形有三种类型，包括【点】、【曲线到曲线】和【曲面推进】。

#### 1. 点

点变形是改变复杂形状的最简单的方法。选择模型面、曲面、边线、顶点上的点，或者选择空间中的点，然后设置用于控制变形的距离和球形半径数值。

选择【插入】|【特征】|【变形】菜单命令，系统弹出【变形】属性管理器。在【变形类型】选项组中，选中【点】单选按钮，其属性设置如图 5-12 所示。

(1) 【变形点】选项组。

-  【变形点】：设置变形的中心，可以选择平面、边线、顶点上的点或者空间中的点。
- 【变形方向】：选择线性边线、草图直线、平面、基准面或者两个点作为变形方向。  
如果选择一条线性边线或者直线，则方向平行于该边线或者直线；  
如果选择一个基准面或者平面，则方向垂直于该基准面或者平面；  
如果选择两个点或者顶点，则方向自第一个点或者顶点指向第二个点或者顶点。
-  【变形距离】：指定变形的距离（即点位移）。
- 【显示预览】：使用线框视图（在取消启用【显示预览】复选框时）或者上色视图（在启用【显示预览】复选框时）预览结果。如果需要提高使用大型复杂模型的性能，

在做了所有选择之后才启用该复选框。

## (2) 【变形区域】选项组。















-  【变形半径】：更改通过变形点的球状半径数值，变形区域的选择不会影响变形半径的数值。
- 【变形区域】：启用该复选框，可以激活  【固定曲线/边线/面】和  【要变形的其他面】选择框，如图 5-13 所示。



图 5-12 选中【点】单选按钮后的属性设置



图 5-13 启用【变形区域】复选框

-  【要变形的实体】：在使用空间中的点时，允许选择多个实体或者一个实体。
- (3) 【形状选项】选项组。
  -  【变形轴】（在取消启用【变形区域】复选框时可用）：通过生成平行于一条线性边线或者草图直线、垂直于一个平面或者基准面、沿着两个点或者顶点的折弯轴以控制变形形状。此选项使用  【变形半径】数值生成类似于折弯的变形。
  - 、、 【刚度】：控制变形过程中变形形状的刚性。可以将刚度层次与其他选项（如  【变形轴】等）结合使用。刚度有 3 种层次，即  【刚度一最小】、 【刚度一中等】、 【刚度一最大】。
  -  【形状精度】：控制曲面品质。默认品质在高曲率区域可能有所不足，当移动滑杆到右侧提高精度时，可以增加变形特征的成功率。

## 2. 曲线到曲线

曲线到曲线变形是改变复杂形状更为精确的方法，通过将几何体从初始曲线（可以是曲线、边线、剖面曲线及草图曲线组等）映射到目标曲线组而完成。

选择【插入】|【特征】|【变形】菜单命令，系统弹出【变形】属性管理器。在【变形类型】选项组中，选中【曲线到曲线】单选按钮，其属性设置如图 5-14 所示。

### (1) 【变形曲线】选项组。



-  【初始曲线】：设置变形特征的初始曲线。选





图 5-14 选中【曲线到曲线】单选按钮后的属性设置

择一条或者多条连接的曲线（或者边线）作为一组，可以是单一曲线、相邻边线或者曲线组。




-  **【目标曲线】**：设置变形特征的目标曲线。选择一条或者多条连接的曲线（或者边线）作为一组，可以是单一曲线、相邻边线或者曲线组。
- **【组[n]】**（n 为组的标号）：允许添加、删除及循环选择组以进行修改。曲线可以是模型的一部分（如边线、剖面曲线等）或者单独的草图。
- **【显示预览】**：使用线框视图或者上色视图预览结果。如果要提高使用大型复杂模型的性能，在做了所有选择之后才启用该复选框。

## (2) **【变形区域】**选项组。












- **【固定的边线】**：防止所选曲线、边线或者面被移动。在图形区域选择要变形的固定边线和额外面，如果取消启用该复选框，则只能选择实体。
- **【统一】**：尝试在变形操作过程中保持原始形状的特性，可以帮助还原曲线到曲线的变形操作，生成尖锐的形状。
-  **【固定曲线/边线/面】**：防止所选曲线、边线或者面被变形和移动。

如果  **【初始曲线】** 位于闭合轮廓内，则变形将受此轮廓约束；

如果  **【初始曲线】** 位于闭合轮廓外，则轮廓内的点将不会变形。





-  **【要变形的其他面】**：允许添加要变形的特定面，如果未选择任何面，则整个实体将会受影响。
-  **【要变形的实体】**：如果  **【初始曲线】** 不是实体面或者曲面中草图曲线的一部分，或者要变形多个实体，则启用该复选框。

## (3) **【形状选项】**选项组。

- 、、 **【刚度】**：控制变形过程中变形形状的刚性。可以将刚度层次与其他选项（如  **【变形轴】** 等）结合使用。刚度有 3 种层次，即  **【刚度—最小】**、 **【刚度—中等】**、 **【刚度—最大】**。
-  **【形状精度】**：控制曲面品质。默认品质在高曲率区域可能有所不足，当移动滑杆到右侧提高精度时，可以增加变形特征的成功率。
-  **【重量】**（在启用 **【固定的边线】** 复选框和取消启用 **【统一】** 复选框时可用）。
- **【保持边界】**：确保所选边界作为  **【固定曲线/边线/面】** 是固定的；取消启用 **【保持边界】** 复选框，可以更改变形区域、启用 **【仅对于额外的面】** 复选框或者允许边界移动。
- **【仅对于额外的面】**（在取消启用 **【保持边界】** 复选框时可用）：使变形仅影响那些选择作为  **【要变形的其他面】** 的面。
- **【匹配】**：允许应用这些条件，将变形曲面或者面匹配到目标曲面或者面边线。

**【无】**：不应用匹配条件。

**【曲面相切】**：使用平滑过渡匹配面和曲面的目标边线。

**【曲线方向】**：使用  **【目标曲线】** 的法线形成变形，将  **【初始曲线】** 映射到  **【目标曲线】** 以匹配  **【目标曲线】**。

## 3. 曲面推进

曲面推进变形通过使用工具实体的曲面推进目标实体的曲面以改变其形状。目标实体曲

面近似于工具实体曲面，但在变形前后每个目标曲面之间保持一对一的对应关系。可以选择自定义的工具实体（如多边形或者球面等），也可以使用自己的工具实体。在图形区域使用三重轴标注可以调整工具实体的大小，拖动三重轴或者在【特征管理器设计树】中进行设置可以控制工具实体的移动。

与点变形相比，曲面推进变形可以对变形形状提供更有效的控制，同时还是基于工具实体形状生成特定特征的可预测的方法。使用曲面推进变形，可以设计自由形状的曲面、模具、塑料、软包装、钣金等，这对合并工具实体的特性到现有设计中很有帮助。

选择【插入】|【特征】|【变形】菜单命令，系统弹出【变形】属性管理器。在【变形类型】选项组中，选中【曲面推进】单选按钮，其属性设置如图 5-15 所示。

#### (1) 【推进方向】选项组。

- **【变形方向】**：设置推进变形的方向，可以选择一条草图直线或者直线边线、一个平面或者基准面、两个点或者顶点。
- **【显示预览】**：使用线框视图或者上色视图预览结果。如果需要提高使用大型复杂模型的性能，在做了所有选择之后才启用该复选框。

#### (2) 【变形区域】选项组。







-  **【要变形的其他面】**：允许添加要变形的特定面，仅变形所选面；如果未选择任何面，则整个实体将会受影响。
-  **【要变形的实体】**：即目标实体，决定要被工具实体变形的实体。无论工具实体在何处与目标实体相交，或者在何处生成相对位移（当工具实体不与目标实体相交时），整个实体都会受影响。
-  **【要推进的工具实体】**：设置对  **【要变形的实体】** 进行变形的工具实体。使用图形区域的标注设置工具实体的大小。如果要使用已生成的工具实体，从其选项中启用【选择实体】复选框，然后在图形区域选择工具实体。 **【要推进的工具实体】** 的选项如图 5-16 所示。



图 5-15 选中【曲面推进】单选按钮后的属性设置








图 5-16 【要推进的工具实体】选项

-  **【变形误差】**：为工具实体与目标面或者实体的相交处指定圆角半径数值。

#### (3) 【工具实体位置】选项组。

以下选项允许通过输入正确的数值重新定位工具实体。此方法比使用三重轴更精确。



- **$\Delta X$  【Delta X】、 $\Delta Y$  【Delta Y】、 $\Delta Z$  【Delta Z】**: 沿  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴移动工具实体的距离。
- ** 【X 旋转角度】、 【Y 旋转角度】、 【Z 旋转角度】**: 围绕  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴及旋转原点旋转工具实体的旋转角度。
- ** 【X 旋转原点】、 【Y 旋转原点】、 【Z 旋转原点】**: 定位由图形区域三重轴表示的旋转中心。当鼠标指针变为形状时, 可以通过拖动鼠标指针或者旋转工具实体的方法定位工具实体。

### 5.3.2 生成变形特征的操作步骤

生成变形特征的操作步骤如下:






(1) 选择【插入】|【特征】|【变形】菜单命令, 系统弹出【变形】属性管理器。在【变形类型】选项组中, 选中【点】单选按钮; 在【变形点】选项组中, 单击【变形点】选择框, 在图形区域选择模型的右上角端点, 设置【变形距离】为 50mm; 在【变形区域】选项组中, 设置【变形半径】为 100mm, 如图 5-17 所示; 在【形状选项】选项组中, 单击【刚度—最小】按钮。单击【确定】按钮, 生成最小刚度变形特征, 如图 5-18 所示。



图 5-17 【变形】的属性设置

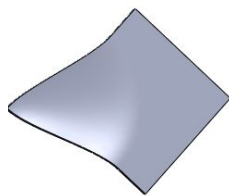


图 5-18 生成最小刚度变形特征

(2) 在【形状选项】选项组中, 单击【刚度—中等】按钮, 单击【确定】按钮, 生成中等刚度变形特征, 如图 5-19 所示。

(3) 在【形状选项】选项组中, 单击【刚度—最大】按钮, 单击【确定】按钮, 生成最大刚度变形特征, 如图 5-20 所示。

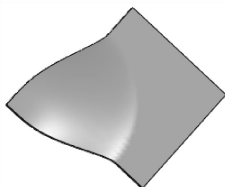


图 5-19 生成中等刚度变形特征

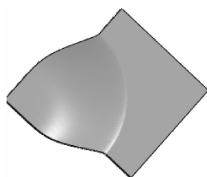


图 5-20 生成最大刚度变形特征

## 5.4 拔模特征

拔模特征是用指定的角度斜削模型中所选的面，使型腔零件更容易脱出模具。可以在现有的零件中插入拔模，或者在进行拉伸特征时拔模，也可以将拔模应用到实体或者曲面模型中。


### 5.4.1 拔模特征的属性设置

在【手工】模式中，可以指定拔模类型，包括【中性面】、【分型线】和【阶梯拔模】。


#### 1. 中性面

选择【插入】|【特征】|【拔模】菜单命令，系统弹出【拔模】属性管理器。在【拔模类型】选项组中，选中【中性面】单选按钮，如图 5-21 所示。


(1) 【拔模角度】选项组。

-  【拔模角度】：垂直于中性面进行测量的角度。

(2) 【中性面】选项组。

- 【中性面】：选择一个面或者基准面。如果有必要，单击  【反向】按钮向相反的方向倾斜拔模。

(3) 【拔模面】选项组。

-  【拔模面】：在图形区域选择要拔模的面。
- 【拔模沿面延伸】：可以将拔模延伸到额外的面，其选项如图 5-22 所示。

【无】：只在所选的面上进行拔模。

【沿切面】：将拔模延伸到所有与所选面相切的面。

【所有面】：将拔模延伸到所有从中性面拉伸的面。

【内部的面】：将拔模延伸到所有从中性面拉伸的内部面。

【外部的面】：将拔模延伸到所有在中性面旁边的外部面。



图 5-21 选中【中性面】单选按钮后的属性设置



图 5-22 【拔模沿面延伸】选项

#### 2. 分型线

选中【分型线】单选按钮，可以对分型线周围的曲面进行拔模。



使用分型线拔模时，可以包括阶梯拔模。

如果要在分型线上拔模，可以先插入一条分割线以分离要拔模的面，或者使用现有的模型边线，然后再指定拔模方向。可以使用拔模分析工具检查模型上的拔模角度。拔模分析根据所指定的角度和拔模方向生成模型颜色编码的渲染。


选择【插入】|【特征】|【拔模】菜单命令，系统弹出【拔模】属性管理器。在【拔模类型】选项组中，选中【分型线】单选按钮，如图 5-23 所示。

【允许减少角度】：只可用于分型线拔模。在由最大角度所生成的角度总和与拔模角度为 90°或者以上时允许生成拔模。




和被拔模的边线相邻的一个或多个边或者和被拔模的面相邻的面的法线，产生与拔模方向相垂直的情况时，可以启用【允许减少角度】复选框。当启用该复选框时，拔模面有些部分的拔模角度可能比指定的拔模角度要小。

#### (1) 【拔模方向】选项组。

- **【拔模方向】**：在图形区域选择一条边线或者一个面指示拔模的方向。如果有必要，单击  【反向】按钮以改变拔模的方向。

#### (2) 【分型线】选项组。

-  **【分型线】**：在图形区域选择分型线。如果要为分型线的每一条线段指定不同的拔模方向，单击选择框中的边线名称，然后单击 **其它面** 按钮。
- **【拔模沿面延伸】**：可以将拔模延伸到额外的面，其选项如图 5-24 所示。

【无】：只在所选的面上进行拔模。

【沿切面】：将拔模延伸到所有与所选面相切的面。

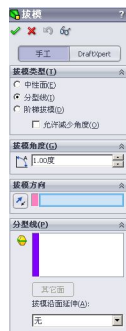


图 5-23 选中【分型线】单选按钮后的属性设置



图 5-24 【拔模沿面延伸】选项

### 3. 阶梯拔模

阶梯拔模为分型线拔模的变体，阶梯拔模围绕用为拔模方向的基准面旋转而生成一个面。

选择【插入】|【特征】|【拔模】菜单命令，系统弹出【拔模】属性管理器。在【拔模类型】选项组中，选中【阶梯拔模】单选按钮，如图 5-25 所示。

【阶梯拔模】的属性设置与【分型线】基本相同，在此不做赘述。

在【DraftXpert】模式中，可以生成多个拔模、执行拔模分析、编辑拔模，以及自动调用 FeatureXpert 求解初始没有进入模型的拔模特征。



采用 SolidWorks Intelligent Feature Technology (SWIFTTM) 的 FeatureXpert 可以帮助管理拔模特征和圆角特征。

选择【插入】|【特征】|【拔模】菜单命令，系统弹出【拔模】属性管理器。在【DraftXpert】模式中，切换到【添加】选项卡，如图 5-26 所示。

(1) 【要拔模的项目】选项组。

- 【拔模角度】：设置拔模角度（垂直于中性面进行测量）。
- 【中性面】：选择一个平面或者基准面。如果有必要，单击 【反向】按钮，向相反的方向倾斜拔模。
- 【拔模面】：在图形区域选择要拔模的面。

(2) 【拔模分析】选项组。

- 【自动涂刷】：选择模型的拔模分析。
- 颜色轮廓映射：通过颜色和数值显示模型中拔模的范围及【正拔模】和【负拔模】的面数。

在【DraftXpert】模式中，切换到【更改】选项卡，如图 5-27 所示。



图 5-25 选中【阶梯拔模】单选按钮后的属性设置

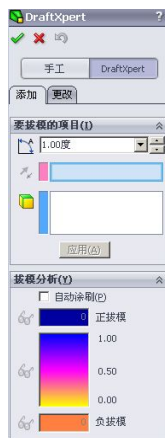


图 5-26 【添加】选项卡



图 5-27 【更改】选项卡

(1) 【要更改的拔模】选项组。

- 【拔模面】：在图形区域选择包含要更改或者删除的拔模的面。
- 【中性面】：选择一个平面或者基准面。如果有必要，单击 【反向】按钮，向相反的方向倾斜拔模。如果只更改 【拔模角度】，则无须选择中性面。
- 【拔模角度】：设置拔模角度（垂直于中性面进行测量）。

(2) 【现有拔模】选项组。

- 【分排列表方式】：按照角度、中性面或者拔模方向过滤所有拔模，其选项如图 5-28 所示，可以根据

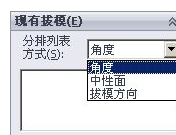


图 5-28 【分排列表方式】选项

需要更改或者删除拔模。

(3) 【拔模分析】选择组。

【拔模分析】选择组的属性设置与【添加】选项卡中基本相同，在此不做赘述。

## 5.4.2 生成拔模特征的操作步骤

选择【插入】|【特征】|【拔模】菜单命令，系统弹出【拔模】属性管理器。在【拔模类型】选项组中，选中【中性面】单选按钮；在【拔模角度】选项组中，设置【拔模角度】为 3.00 度；在【中性面】选项组中，单击【中性面】选择框，选择模型小圆柱体的上表面；在【拔模面】选项组中，单击【拔模面】选择框，选择模型小圆柱体的圆柱面，如图 5-29 所示。单击【确定】按钮，生成拔模特征，如图 5-30 所示。



图 5-29 【拔模】的属性设置

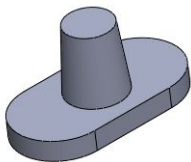


图 5-30 生成拔模特征

## 5.5 圆顶特征

圆顶特征可以在同一模型上同时生成一个或者多个圆顶。

### 5.5.1 圆顶特征的属性设置

选择【插入】|【特征】|【圆顶】菜单命令，系统弹出【圆顶】属性管理器，如图 5-31 所示。



图 5-31 【圆顶】属性管理器

(1) 【到圆顶的面】：选择一个或者多个平面或者非平面。

(2) 【距离】：设置圆顶扩展的距离。

(3) 【反向】：单击该按钮，可以生成凹陷圆顶（默认为凸起）。

(4) 【约束点或草图】：选择一个点或者草图，通过对其形状进行约束以控制圆顶。当使用一个草图作为约束时，【距离】数值框不可用。

(5) 【方向】：从图形区域选择方向向量以垂直于面以外的方向拉伸圆顶，可以使用线性边线或者由两个草图点所生成的向量作为方向向量。

### 5.5.2 生成圆顶特征的操作步骤

选择【插入】|【特征】|【圆顶】菜单命令，系统弹出【圆顶】属性管理器。在【参数】选项组中，单击【到圆顶的面】选择框，在图形区域选择模型的上表面，设置【距离】为 100mm，单击【确定】按钮，生成圆顶特征，如图 5-32 所示。



图 5-32 生成圆顶特征

## 5.6 设计范例

本节将应用本章所介绍的知识完成锥子范例的建模，下面介绍具体的设计步骤。

### 5.6.1 生成拉伸特征

(1) 启动中文版 SolidWorks 2011，单击【标准】工具栏中的【新建】按钮，弹出【新建 SolidWorks 文件】对话框，单击【零件】按钮，单击【确定】按钮。选择【文件】|【另存为】菜单命令，弹出【另存为】对话框，在【文件名】文字框中输入“05”，单击【保存】按钮。

(2) 单击【特征管理器设计树】中的【前视基准面】图标，使前视基准面成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视图】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。

(3) 单击【草图】工具栏中的【边角矩形】按钮，以原点为顶点绘制矩形草图。

(4) 单击【草图】工具栏中的【智能尺寸】按钮，标注并修改尺寸数值，如图 5-34 所示。

(5) 单击【特征】工具栏中的【拉伸凸台/基体】按钮，系统打开【凸台-拉伸】属性管理器（图 5-35 中显示的标题为【拉伸 1】）。在【方向 1】选项组中，设置【终止条件】为【给定深度】，【深度】为 200mm，单击【确定】按钮，生成拉伸特征，如图 5-35 所示。

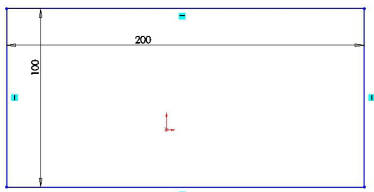


图 5-34 绘制草图并标注尺寸

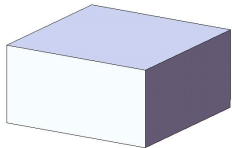


图 5-35 生成拉伸特征

### 5.6.2 生成圆顶特征

(1) 单击模型的上表面，使其处于被选择状态。

(2) 选择【插入】|【特征】|【圆顶】菜单命令，系统弹出【圆顶】属性管理器。在【参数】选项组中的【到圆顶的面】选择框中显示出模型上表面的名称，设置【距离】为 210mm，单击【确定】按钮，生成圆顶特征，如图 5-36 所示。



### 5.6.3 生成锥削弯曲特征

(1) 单击模型中的拉伸特征，使其处于被选择状态。

(2) 选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统打开【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【锥削】单选按钮，在【弯曲的实体】选择框中显示出实体的名称，设置【锥削因子】为 1.833 749 23，单击【确定】按钮，生成锥削弯曲特征，如图 5-37 所示。

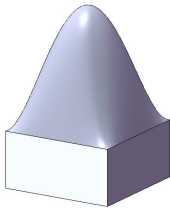


图 5-36 生成圆顶特征

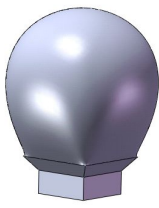


图 5-37 生成锥削弯曲特征

### 5.6.4 生成伸展弯曲特征

(1) 单击模型中的拉伸特征，使其处于被选择状态。

(2) 选择【插入】|【特征】|【弯曲】菜单命令，系统弹出【弯曲】属性管理器。在【弯曲输入】选项组中，选中【伸展】单选按钮，在【弯曲的实体】选择框中显示出实体的名称，设置【伸展距离】为 654.54mm，单击【确定】按钮，生成伸展弯曲特征，如图 5-38 所示。



图 5-38 生成伸展弯曲特征

### 5.6.5 生成旋转特征

(1) 单击前视基准面，使其处于被选择状态。

(2) 单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【直线】按钮，绘制 3 条直线，单击【草图】工具栏中的【样条曲线】按钮，绘制 1 条样条曲线，单击【草图】工具栏中的【智能尺寸】按钮，标注尺寸，如图 5-39 所示。

(3) 单击【特征】工具栏中的【旋转凸台/基体】按钮，系统打开【旋转】属性管理器。在【旋转参数】选项组中，单击【旋转轴】选择框，在图形区域选择草图中的竖直线，取消启用【合并结果】复选框，单击【确定】按钮，生成旋转特征，如图 5-40 所示。

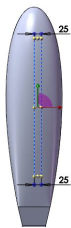




图 5-39 绘制草图并标注尺寸



图 5-40 生成旋转特征

### 5.6.6 生成特征圆周阵列

(1) 选择【插入】|【参考几何体】|【点】菜单命令，系统打开【点】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【面中心】按钮，单击【参考实体】选择框，在图形区域选择模型拉伸特征的底面，单击【确定】按钮，生成点 1，如图 5-41 所示。

(2) 选择【插入】|【参考几何体】|【基准面】菜单命令，系统弹出【基准面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【参考实体】选择框，在图形区域选择模型拉伸特征的底面，设置【距离】为 10mm，单击【确定】按钮，生成基准面 1，如图 5-42 所示。

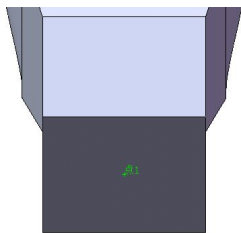


图 5-41 生成点 1

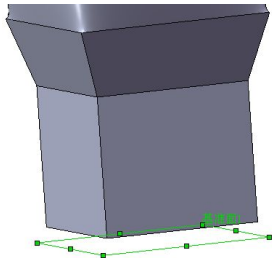









图 5-42 生成基准面 1

(3) 选择【插入】|【参考几何体】|【基准轴】菜单命令，系统打开【基准轴】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【点和面/基准面】按钮，单击【参考实体】选择框，在【特征管理器设计树】中单击【点 1】图标和【基准面 1】图标，单击【确定】按钮，生成基准轴 1，如图 5-43 所示。

(4) 单击【特征】工具栏中的【圆周阵列】按钮，系统弹出【圆周阵列】属性管理器。在【参数】选项组中，单击【阵列轴】选择框，在【特征管理器设计树】中单击【基准轴 1】图标，设置【实例数】为 8，启用【等间距】复选框；在【要阵列的实体】选项组中，单击【要阵列的实体/曲面实体】选择框，在图形区域选择模型的旋转特征。单击【确定】按钮，生成特征圆周阵列，如图 5-44 所示。

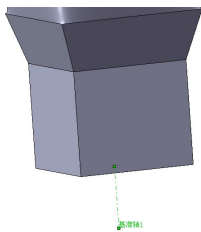




图 5-43 生成基准轴 1



图 5-44 生成特征圆周阵列

### 5.6.7 生成压凹特征

(1) 选择【插入】|【特征】|【压凹】菜单命令，系统打开【压凹】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【目标实体】选择框，在图形区域选择模型的拉伸特征，单击【工

【具实体区域】选择框，选择模型圆周阵列的 8 个旋转特征，启用【切除】复选框，如图 5-45 所示，单击 【确定】按钮，生成压凹特征。

(2) 为了更好地观看压凹特征的效果，展开【特征管理器设计树】中的 【实体】文件夹，隐藏【旋转 1】及【阵列（圆周）3 [1]】至【阵列（圆周）3 [6]】，如图 5-46 所示，新型把手制作完成，如图 5-47 所示。

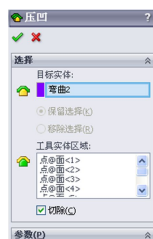


图 5-45 生成压凹特征

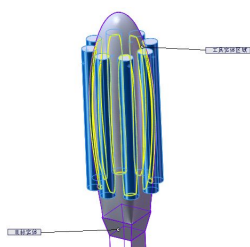


图 5-46 隐藏特征



图 5-47 新型把手

(3) 选择【插入】|【参考几何体】|【基准面】菜单命令，系统弹出【基准面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击 【参考实体】选择框，在图形区域选择模型侧面和参考点，单击 【确定】按钮，生成基准面，如图 5-48 所示。

(4) 单击新建立的基准面，使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的 【正视图】按钮，并单击【草图】工具栏中的 【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的 【直线】按钮和 【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 5-49 所示。

(5) 单击刚绘制的草图，单击【特征】工具栏中的 【旋转凸台】按钮，系统打开【旋转】属性管理器。在【旋转轴】选项组中，选择草图右侧的直线，在【旋转类型】中设置为【单向】，在【角度】中设置为  $360^\circ$ ，单击 【确定】按钮，生成锥子模型，如图 5-50 所示。



图 5-48 【基准面】属性设置

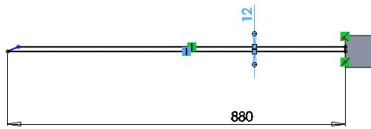


图 5-49 绘制草图并标注尺寸



图 5-50 锥子模型

## 第6章 特征编辑

本章将讲解组合编辑和阵列编辑这两部分内容。组合编辑是将实体组合起来，从而获得新的实体特征。阵列编辑是利用特征设计中的驱动尺寸，将增量进行更改并指定给阵列进行特征复制的过程。源特征可以生成线性阵列、圆周阵列、曲线驱动的阵列、草图驱动的阵列和表格驱动的阵列等。镜向编辑是将所选的草图、特征和零部件对称于所选平面或者面的复制过程。本章主要介绍这两种编辑方法。

### 6.1 组合编辑

本节介绍对实体对象进行的组合操作，通过对其进行组合，可以获取一个新的实体。

#### 6.1.1 组合

##### 1. 组合实体的使用 and 参数设置






单击【特征】工具栏中的【组合】按钮，或选择【插入】|【特征】|【组合】菜单命令，打开【组合 1】属性管理器，如图 6-1 所示。其参数设置方法如下。



图 6-1 【组合 1】属性管理器

(1) **【添加】**：对选择的实体进行组合操作，选中该单选按钮，属性设置如图 6-1 (a) 所示，单击【实体】选择框，在绘图区选择要组合的实体。


(2) **【删减】**：选中【删减】单选按钮，属性设置如图 6-1 (b) 所示，单击【主要实体】选项组中的【实体】选择框，在绘图区域选择要保留的实体。单击【要组合的实体】选项组中的【实体】选择框，在绘图区域选择要删除的实体。

(3) **【共同】**：移除重叠之外的所有材料。选中【共同】单选按钮，属性设置如图 6-1 (c) 所示，单击【实体】选择框，在绘图区选择有重叠部分的实体。

其他属性设置不再赘述。


##### 2. 组合实体的操作步骤

下面将如图 6-2 所示的两个实体进行组合操作。

单击【特征】工具栏中的【组合】按钮，或选择【插入】|【特征】|【组合】菜单命令，打开【组合 1】属性管理器。

(1) **【添加】型组合操作。**

选中【添加】单选按钮，在绘图区分别选择凸台-拉伸 1 和凸台-拉伸 2，单击【确定】

按钮, 属性设置及生成的组合实体如图 6-3 所示。

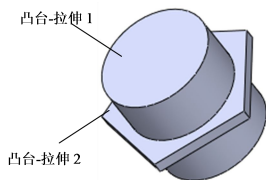



图 6-2 要操作的实体



图 6-3 【添加】型组合的属性设置及生成的组合实体

### (2) 【删减】型组合操作。

选中【删减】单选按钮，在绘图区选择凸台-拉伸1为主要实体，选择凸台-拉伸2为删除的实体，在弹出的对话框中选中【所有实体】单选按钮，单击【确定】按钮, 生成的组合实体如图 6-4 所示。

### (3) 【共同】型组合操作。


选中【共同】单选按钮，在绘图区选择凸台-拉伸1为主要实体，选择凸台-拉伸2为重叠的实体，单击【确定】按钮, 生成的组合实体如图 6-5 所示。



图 6-4 【删减】型组合生成的组合实体

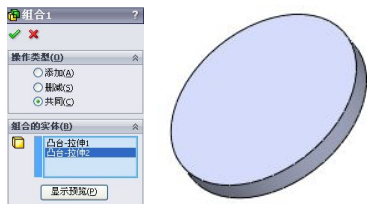



图 6-5 【共同】型组合生成的组合实体

## 6.1.2 分割

### 1. 分割实体的使用和参数设置

单击【特征】工具栏中的【分割】按钮，或选择【插入】|【特征】|【分割】菜单命令，打开【分割】属性管理器，如图 6-6 所示。其参数设置方法如下。

#### (1) 【剪裁工具】选项组。

【剪裁曲面】：在绘图区选择剪裁基准面、曲面或草图。

【切除零件】：单击该按钮后选择要切除的部分。

#### (2) 【所产生实体】选项组。


【自动指派名称】：自动为分割成的实体命名。


【消耗切除实体】：删除切除的实体。

【将自定义属性复制到新零件】：将属性复制到新的零件文件中。

### 2. 分割实体的操作步骤

#### (1) 保存零件图。

(2) 单击【特征】工具栏中的【分割】按钮，或选择【插入】|【特征】|【分割】菜单命令，打开【分割】属性管理器。

- (3) 选择【上视基准面】为剪裁曲面。
- (4) 单击【切除零件】按钮，在绘图区选择零件被分割后的两部分实体。
- (5) 单击【自动指派名称】按钮，则系统自动为实体命名为“实体1”和“实体2”。
- (6) 单击【确定】按钮, 即可分割实体特征, 结果如图 6-7 所示。

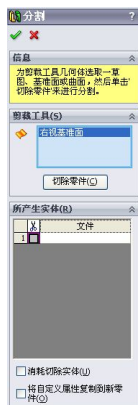



图 6-6 【分割】属性管理器





图 6-7 分割后的实体








### 6.1.3 移动/复制实体



#### 1. 移动/复制实体的使用和参数设置

单击【特征】工具栏中的【移动/复制实体】按钮，或选择【插入】|【特征】|【移动/复制】菜单命令，打开【移动/复制实体】属性管理器，如图 6-8 所示。其参数设置方法如下：

(1) 【要移动/复制的实体和曲面或图形实体】：单击该选择框，在绘图区选择要移动的对象。

(2) 【要配合的实体】：在绘图区选择要配合的实体。

- 约束类型：包括【重合】、【平行】、【垂直】、【相切】、【同心】、【距离】、【角度】。

- 配合对齐：包括【同向对齐】和【异向对齐】。


其他选项组不再赘述。

#### 2. 移动/复制实体的操作

移动/复制实体的操作类似于装配体的配合操作，读者可参阅后面的装配体章节。

### 6.1.4 删除

#### 1. 删除实体的使用和参数设置

单击【特征】工具栏中的【删除实体/曲面】按钮，或选择【插入】|【特征】|【删除实体】菜单命令，打开【删除实体】属性管理器，如图 6-9 所示。其属性设置不再赘述。

#### 2. 删除实体的操作步骤


(1) 单击【特征】工具栏中的【删除实体/曲面】按钮或选择【插入】|【特征】|【删除实体】菜单命令，打开【删除实体】属性管理器。






图 6-8 【移动/复制实体】属性管理器



图 6-9 【删除实体】属性管理器


- (2) 单击【要删除的实体/曲面实体】选择框，在绘图区选择要删除的对象。
- (3) 单击【确定】按钮, 即可删除实体特征。

## 6.2 阵列

阵列编辑是利用特征设计中的驱动尺寸，将增量进行更改并指定给阵列进行特征复制的过程。源特征可以生成线性阵列、圆周阵列、曲线驱动的阵列、草图驱动的阵列和表格驱动的阵列等。镜向编辑是将所选的草图、特征和零部件对称于所选平面或者面的复制过程。本章主要介绍这两种编辑方法。







### 6.2.1 草图阵列

#### 1. 草图线性阵列的属性设置


对于基准面、零件或者装配体中的草图实体，使用【线性阵列】命令可以生成草图线性阵列。选择【工具】|【草图工具】|【线性阵列】菜单命令，系统打开【线性阵列】属性管理器，如图 6-10 所示。

- (1) 【方向 1】、【方向 2】选项组。

【方向 1】选项组显示了沿  $x$  轴线性阵列的特征参数；【方向 2】选项组显示了沿  $y$  轴线性阵列的特征参数。

-  【反向】：可以改变线性阵列的排列方向。
- 、 【间距】：线性阵列  $x$ 、 $y$  轴相邻两个特征参数之间的距离。
- 【添加间距尺寸】：形成线性阵列后，在草图上自动标注特征尺寸（如线性阵列特征之间的距离）。
-  【实例数】：经过线性阵列后草图最后形成的总个数。
- 、 【角度】：线性阵列的方向与  $x$ 、 $y$  轴之间的夹角。

- (2) 【可跳过的实例】选项组。

-  【要跳过的单元】：生成线性阵列时跳过在图形区域选择的阵列实例。

其他属性设置不再赘述。

#### 2. 生成草图线性阵列的操作步骤

- (1) 选择要进行线性阵列的草图。


(2) 选择【工具】|【草图工具】|【线性阵列】菜单命令，系统打开【线性阵列】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击【确定】按钮，生成草图线性阵列，如图 6-11 所示。



图 6-10 【线性阵列】属性管理器

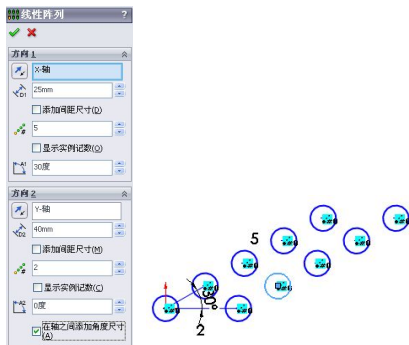









图 6-11 生成草图线性阵列

## 6.2.2 草图圆周阵列


### 1. 草图圆周阵列的属性设置

对于基准面、零件或者装配体上的草图实体，使用【圆周阵列】菜单命令可以生成草图圆周阵列。选择【工具】|【草图工具】|【圆周阵列】菜单命令，系统弹出【圆周阵列】属性管理器，如图 6-12 所示。

#### (1) 【参数】选项组。

- 【反向】：草图圆周阵列围绕原点旋转的方向。
- 【中心点 X】：草图圆周阵列旋转中心的横坐标。
- 【中心点 Y】：草图圆周阵列旋转中心的纵坐标。
- 【实例数】：经过圆周阵列后草图最后形成的总个数。
- 【半径】：圆周阵列的旋转半径。
- 【圆弧角度】：圆周阵列旋转中心与要阵列的草图重心之间的夹角。
- 【等间距】：圆周阵列中草图之间的夹角是相等的。
- 【添加间距尺寸】：形成圆周阵列后，在草图上自动标注出特征尺寸（如圆周阵列旋转的角度等）。

#### (2) 【可跳过的实例】选项组。

- 【要跳过的单元】：生成圆周阵列时跳过在图形区域选择的阵列实例。其他属性设置不再赘述。

### 2. 生成草图圆周阵列的操作步骤

#### (1) 选择要进行圆周阵列的草图。


(2) 选择【工具】|【草图工具】|【圆周阵列】菜单命令，系统打开【圆周阵列】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击【确定】按钮，生成草图圆周阵列，如图 6-13 所示。



图 6-12 【圆周阵列】属性管理器

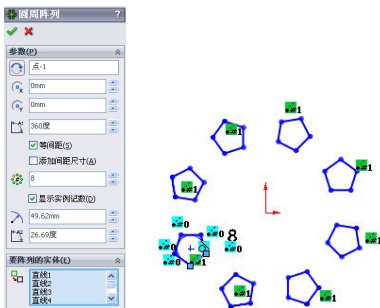


图 6-13 生成草图圆周阵列

### 6.2.3 特征阵列

特征阵列与草图阵列相似，都是复制一系列相同的要素。不同之处在于草图阵列复制的是草图，特征阵列复制的是结构特征；草图阵列得到的是一个草图，而特征阵列得到的是一个复杂的零件。



图 6-14 特征阵列的菜单

特征阵列包括线性阵列、圆周阵列、表格驱动的阵列、草图驱动的阵列和曲线驱动的阵列等。选择【插入】|【阵列/镜向】菜单命令，弹出特征阵列的菜单，如图 6-14 所示。

### 6.2.4 特征线性阵列

特征的线性阵列是在一个或者几个方向上生成多个指定的源特征。

#### 1. 特征线性阵列的属性设置

单击【特征】工具栏中的 【线性阵列】按钮或者选择【插入】|【阵列/镜向】|【线性阵列】菜单命令，系统弹出【线性阵列】属性管理器，如图 6-15 所示。

##### (1) 【方向 1】、【方向 2】选项组。

分别指定两个线性阵列的方向。

- **【阵列方向】**：设置阵列方向，可以选择线性边线、直线、轴或者尺寸。
- **【反向】**：改变阵列方向。
- **【间距】**：设置阵列实例之间的间距。
- **【实例数】**：设置阵列实例之间的数量。
- **【只阵列源】**：只使用源特征而不复制【方向 1】选项组的阵列实例在【方向 2】选项组中生成线性阵列。

##### (2) 【要阵列的特征】选项组。

可以使用所选择的特征作为源特征以生成线性阵列。

##### (3) 【要阵列的面】选项组。

可以使用构成源特征的面生成阵列。在图形区域选择源特征的所有面，这对于只输入构成特征的面而不是特征本身的模型很有用。当设置【要阵列的面】选项组时，阵列必须保持在同一面或者边界内，不能跨越边界。

##### (4) 【要阵列的实体】选项组。

可以使用在多实体零件中选择的实体生成线性阵列。

(5) 【可跳过的实例】选项组。

可以在生成线性阵列时跳过在图形区域选择的阵列实例。

(6) 【特征范围】选项组。



包括所有实体、所选实体，并有自动选择单选框。

(7) 【选项】选项组。

- 【随形变化】：允许重复时更改阵列。
- 【几何体阵列】：只使用特征的几何体（如面、边线等）生成线性阵列，而不阵列和求解特征的每个实例。此复选框可以加速阵列的生成及重建，对于与模型上其他面共用一个面的特征，不能启用该复选框。
- 【延伸视觉属性】（此处为与软件界面统一，使用【视觉】，下同）：将 SolidWorks 的颜色、纹理和装饰螺纹数据延伸到所有阵列实例。

## 2. 生成特征线性阵列的操作步骤

(1) 选择要进行阵列的特征。

(2) 单击【特征】工具栏中的【线性阵列】按钮或者选择【插入】|【阵列/镜向】|【线性阵列】菜单命令，系统打开【线性阵列】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击【确定】按钮，生成特征线性阵列，如图 6-16 所示。

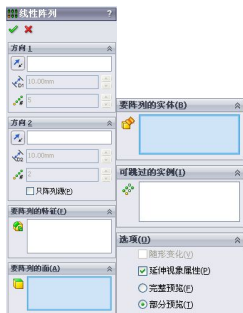


图 6-15 【线性阵列】属性管理器

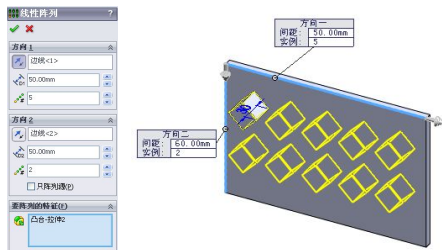



图 6-16 生成特征线性阵列


## 6.2.5 特征圆周阵列


特征的圆周阵列是将源特征围绕指定的轴线复制多个特征。

### 1. 特征圆周阵列的属性设置

单击【特征】工具栏中的【圆周阵列】按钮或者选择【插入】|【阵列/镜向】|【圆周阵列】菜单命令，系统弹出【圆周阵列】属性管理器，如图 6-17 所示。

(1) 【阵列轴】：在图形区域选择轴、模型边线或者角度尺寸，作为生成圆周阵列所围绕的轴。

(2) 【反向】：改变圆周阵列的方向。

(3) 【角度】：设置每个实例之间的角度。

(4) 【实例数】：设置源特征的实例数。

(5) 【等间距】：自动设置总角度为  $360^\circ$ 。

其他属性设置不再赘述。

## 2. 生成特征圆周阵列的操作步骤

(1) 选择要进行阵列的特征。



(2) 单击【特征】工具栏中的【圆周阵列】按钮或者选择【插入】|【阵列/镜向】|【圆周阵列】菜单命令，弹出【圆周阵列】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击【确定】按钮，生成特征圆周阵列，如图 6-18 所示。



图 6-17 【圆周阵列】属性管理器



图 6-18 生成特征圆周阵列

## 6.2.6 表格驱动的阵列

【表格驱动的阵列】命令可以使用  $x$ 、 $y$  坐标来对指定的源特征进行阵列。使用  $x$ 、 $y$  坐标的孔阵列是【表格驱动的阵列】的常见应用，也可以由【表格驱动的阵列】使用其他源特征（如凸台等）。

### 1. 表格驱动的阵列的属性设置

选择【插入】|【阵列/镜向】|【表格驱动的阵列】菜单命令，弹出【由表格驱动的阵列】对话框，如图 6-19 所示。

(1) 【读取文件】：输入含  $x$ 、 $y$  坐标的阵列表或者文字文件。单击【浏览】按钮，可选择阵列表 (\*.SLDPTAB) 文件或者文字 (\*.TXT) 文件以输入现有的  $x$ 、 $y$  坐标。

(2) 【参考点】：指定在放置阵列实例时  $x$ 、 $y$  坐标所适用的点，参考点的  $x$ 、 $y$  坐标在阵列表中显示为点  $o$ 。

- 【所选点】：将参考点设置到所选顶点或者草图点。
- 【重心】：将参考点设置到源特征的重心。

(3) 【坐标系】：设置用来生成表格阵列的坐标系，包括原点、从【特征管理器设计树】中选择所生成的坐标系。

- 【要复制的实体】：根据多实体零件生成阵列。
- 【要复制的特征】：根据特征生成阵列，可以选择多个特征。
- 【要复制的面】：根据构成特征的面生成阵列，选择图形区域的所有面，这对于只输入构成特征的面而不是特征本身的模型很有用。

(4) 【几何体阵列】：只使用特征的几何体（如面和边线等）生成阵列。此复选框可以加速阵列的生成及重建，对于具有与零件其他部分合并的特征，不能生成几何体阵列。【几何体阵列】在选择了【要复制的实体】时不可用。

(5) 【延伸视觉属性】：将 SolidWorks 的颜色、纹理和装饰螺纹数据延伸到所有阵列实体。

可以使用  $x$ 、 $y$  坐标作为阵列实例生成位置点。如果要为表格驱动的阵列的每个实例输入  $x$ 、 $y$  坐标，双击数值框输入坐标值即可，如图 6-20 所示。



图 6-19 【由表格驱动的阵列】对话框

点	X	Y
0	-22.9mm	19.63mm
1	100mm	-100mm
2	200mm	-200mm
3		

图 6-20 输入坐标数值

## 2. 生成表格驱动的阵列的操作步骤

(1) 生成坐标系 1。此坐标系的原点作为表格阵列的原点， $x$  轴和  $y$  轴定义阵列发生的基准面，如图 6-21 所示。

(2) 选择要进行阵列的特征。

(3) 选择【插入】|【阵列/镜向】|【表格驱动的阵列】菜单命令，弹出【由表格驱动的阵列】对话框。根据需要进行设置，单击【确定】按钮，生成表格驱动的阵列，如图 6-22 所示。



在生成表格驱动的阵列前，必须先生成一个坐标系，并且要求要阵列的特征相对于该坐标系有确定的空间位置关系。

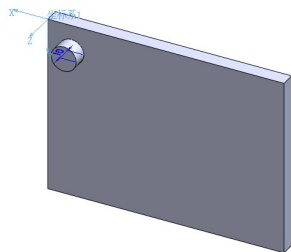


图 6-21 生成坐标系 1

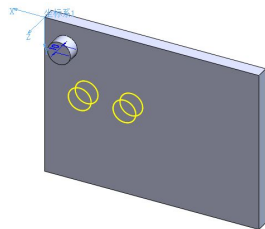
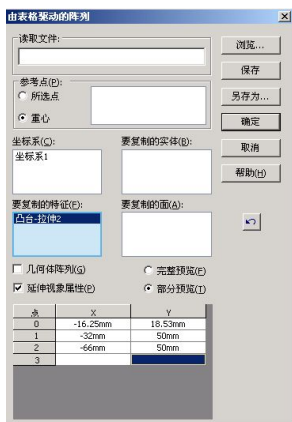


图 6-22 生成表格驱动的阵列


## 6.2.7 草图驱动阵列

草图驱动的阵列是通过草图中的特征点复制源特征的一种阵列方式。



### 1. 草图驱动的阵列的属性设置

选择【插入】|【阵列/镜向】|【草图驱动的阵列】菜单命令，系统打开【由草图驱动的阵列】属性管理器，如图 6-23 所示。

(1) 【参考草图】：在【特征管理器设计树】中选择草图用做阵列。

(2) 【参考点】：选项如下。

- 【重心】：根据源特征的类型决定重心。
- 【所选点】：在图形区域选择一个点作为参考点。

其他属性设置不再赘述。

### 2. 生成草图驱动的阵列的操作步骤

(1) 绘制平面草图，草图中的点将成为源特征复制的目标点。

(2) 选择要进行阵列的特征。


(3) 选择【插入】|【阵列/镜向】|【草图驱动的阵列】菜单命令，系统弹出【由草图驱动的阵列】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击 【确定】按钮，生成草图驱动的阵列，如图 6-24 所示。



图 6-23 【由草图驱动的阵列】属性管理器

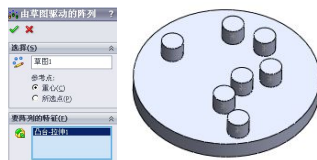


图 6-24 生成草图驱动的阵列


## 6.2.8 曲线驱动的阵列


曲线驱动的阵列是通过草图中的平面或者 3D 曲线复制源特征的一种阵列方式。

### 1. 曲线驱动的阵列的属性设置


选择【插入】|【阵列/镜向】|【曲线驱动的阵列】菜单命令，系统打开【曲线驱动的阵列】属性管理器，如图 6-25 所示。

(1) 【阵列方向】：选择曲线、边线、草图实体或者在【特征管理器设计树】中选择草图作为阵列的路径。

(2) 【反向】：改变阵列的方向。

(3) 【实例数】：为阵列中源特征的实例数设置数值。

(4) 【等间距】：使每个阵列实例之间的距离相等。

(5) 【间距】：沿曲线为阵列实例之间的距离设置数值，曲线与要阵列的特征之间的距离垂直于曲线而测量。

(6) 【曲线方法】：使用所选择的曲线定义阵列的方向。

- 【转换曲线】：为每个实例保留从所选曲线原点到源特征的【Delta X】和【Delta Y】

的距离。

- **【等距曲线】**: 为每个实例保留从所选曲线原点到源特征的垂直距离。

(7) **【对齐方法】**: 选项如下。


- **【与曲线相切】**: 对齐所选择的与曲线相切的每个实例。
- **【对齐到源】**: 对齐每个实例以与源特征的原有对齐匹配。

(8) **【面法线】** (仅对于 3D 曲线): 选择 3D 曲线所处的面以生成曲线驱动的阵列。其他属性设置不再赘述。

## 2. 生成曲线驱动的阵列的操作步骤

(1) 绘制曲线草图。

(2) 选择要进行阵列的特征。

(3) 选择 **【插入】|【阵列/镜向】|【曲线驱动的阵列】** 菜单命令, 系统弹出 **【曲线驱动的阵列】** 属性管理器。根据需要设置各选项组参数, 单击  **【确定】** 按钮, 生成曲线驱动的阵列, 如图 6-26 所示。

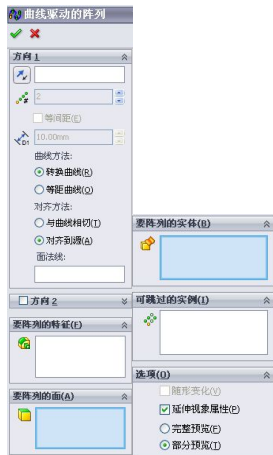
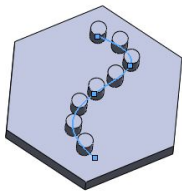


图 6-25 **【曲线驱动的阵列】** 属性管理器



图 6-26 生成曲线驱动的阵列




## 6.2.9 填充阵列

填充阵列是在限定的实体平面或者草图区域进行的阵列复制。

### 1. 填充阵列的属性设置


选择 **【插入】|【阵列/镜向】|【填充阵列】** 菜单命令, 系统打开 **【填充阵列】** 属性管理器, 如图 6-27 所示。


(1) **【填充边界】** 选项组。


-  **【选择面或共平面上的草图、平面曲线】**: 定义要使用阵列填充的区域。

(2) **【阵列布局】** 选项组。

定义填充边界内实例的布局阵列, 可以自定义形状进行阵列或者对特征进行阵列, 阵列实例以源特征为中心呈同轴心分布。

-  **【穿孔】**: 为钣金穿孔式阵列生成网格, 其参数如图 6-28 所示。

-  **【实例间距】**: 设置实例中心之间的距离。

 **【交错断续角度】**: 设置各实例行之间的交错断续角度, 起始点位于阵列方向所使用的向量处。

 **【边距】**: 设置填充边界与最远端实例之间的边距, 可以将边距的数值设置为零。


 **【阵列方向】**: 设置方向参考。如果未指定方向参考, 系统将使用最合适的参考。



图 6-27 【填充阵列】属性管理器




图 6-28 【穿孔】阵列的参数

-  **【圆周】**: 生成圆周形阵列, 其参数如图 6-29 所示。

 **【环间距】**: 设置实例环间的距离。


**【目标间距】**: 设置每个环内实例间距离以填充区域。每个环的实际间距可能有所不同, 因此各实例之间会进行均匀调整。


**【每环的实例】**: 使用实例数 (每环) 填充区域。

 **【实例间距】** (在选中 **【目标间距】** 单选按钮时可用): 设置每个环内实例中心间的距离。

 **【实例数】** (在选中 **【每环的实例】** 单选按钮时可用): 设置每环的实例数。

 **【边距】**: 设置填充边界与最远端实例之间的边距, 可以将边距的数值设置为零。

 **【阵列方向】**: 设置方向参考。如果未指定方向参考, 系统将使用最合适的参考。

-  **【方形】**: 生成方形阵列, 其参数如图 6-30 所示。

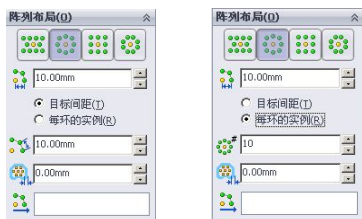


图 6-29 【圆周】阵列的参数

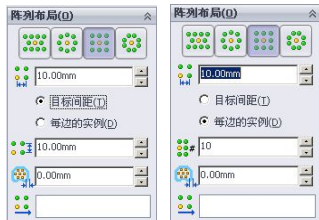


图 6-30 【方形】阵列的参数

 **【环间距】**: 设置实例环间的距离。

**【目标间距】**: 设置每个环内实例间距离以填充区域。每个环的实际间距可能有所不同, 因此各实例之间会进行均匀调整。

【每边的实例】：使用实例数（每个方形的每边）填充区域。

【实例间距】（在选中【目标间距】单选按钮时可用）：设置每个环内实例中心间的距离。

【实例数】（在选中【每边的实例】单选按钮时可用）：设置每个方形各边的实例数。

【边距】：设置填充边界与最远端实例之间的边距，可以将边距的数值设置为零。

【阵列方向】：设置方向参考。如果未指定方向参考，系统将使用最合适的参考。

- 【多边形】：生成多边形阵列，其参数如图 6-31 所示。

【环间距】：设置实例环间的距离。

【多边形边】：设置阵列中的边数。

【目标间距】：设置每个环内实例间距离以填充区域。每个环的实际间距可能有所不同，因此各实例之间会进行均匀调整。

【每边的实例】：使用实例数（每个多边形的各边）填充区域。

【实例间距】（在选中【目标间距】单选按钮时可用）：设置每个环内实例中心间的距离。

【实例数】（在选中【每边的实例】单选按钮时可用）：设置每个多边形每边的实例数。

【边距】：设置填充边界与最远端实例之间的边距，可以将边距的数值设置为零。

【阵列方向】：设置方向参考。如果未指定方向参考，系统将使用最合适的参考。

(3) 【要阵列的特征】选项组。

- 【所选特征】：选择要阵列的特征。
- 【生成源切】：为要阵列的源特征自定义切除形状。
- 【圆】：生成圆形切割作为源特征，其参数如图 6-32 所示。

【直径】：设置直径。

【顶点或草图点】：将源特征的中心定位在所选顶点或者草图点处，并生成以该点为起始点的阵列。如果此选择框为空，阵列将位于填充边界面上的中心位置。

- 【方形】：生成方形切割作为源特征，其参数如图 6-33 所示。

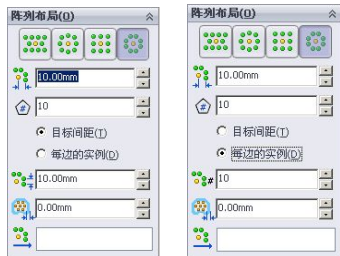


图 6-31 【多边形】阵列的参数



图 6-32 【圆】切割的参数














图 6-33 【方形】切割的参数

【尺寸】：设置各边的长度。

【顶点或草图点】：将源特征的中心定位在所选顶点或者草图点处，并生成以该点为起始点的阵列。如果此选择框为空，阵列将位于填充边界面上的中心位置。

【旋转】：逆时针旋转每个实例。

-  **【菱形】**: 生成菱形切割作为源特征，其参数如图 6-34 所示。
  -  **【尺寸】**: 设置各边的长度。
  -  **【对角】**: 设置对角线的长度。
  -  **【顶点或草图点】**: 将源特征的中心定位在所选顶点或者草图点处，并生成以该点为起始点的阵列。如果此选择框为空，阵列将位于填充边界面上的中心位置。
  -  **【旋转】**: 逆时针旋转每个实例。
-  **【多边形】**: 生成多边形切割作为源特征，其参数如图 6-35 所示。
  -  **【多边形边】**: 设置边数。
  -  **【外径】**: 根据外径设置阵列大小。
  -  **【内径】**: 根据内径设置阵列大小。
  -  **【顶点或草图点】**: 将源特征的中心定位在所选顶点或者草图点处，并生成以该点为起始点的阵列。如果此选择框为空，阵列将位于填充边界面上的中心位置。
  -  **【旋转】**: 逆时针旋转每个实例。
- **【反转形状方向】**: 围绕在填充边界中所选择的面反转源特征的方向。

## 2. 生成填充阵列的操作步骤

### (1) 绘制平面草图。

(2) 选择【插入】|【阵列/镜向】|【填充阵列】菜单命令，系统弹出【填充阵列】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击  **【确定】** 按钮，生成填充阵列，如图 6-36 所示。



图 6-34 【菱形】切割的参数

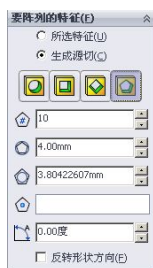
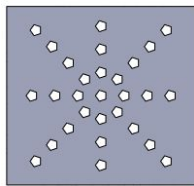


图 6-35 【多边形】切割的参数



图 6-36 生成填充阵列



## 6.3 零部件阵列

在装配体窗口中，零部件阵列包括三种形式，即线性阵列、圆周阵列和特征驱动。

### 6.3.1 零部件的线性阵列

零部件的线性阵列是在装配体中沿一个或者两个方向复制源零部件而生成的阵列。

选择【插入】|【零部件阵列】|【线性阵列】菜单命令，系统打开【线性阵列】属性管理器，如图 6-37 所示。

由于在装配体窗口中才可以进行零部件线性阵列的操作，因此其属性设置不在此进行叙述，在后面有关装配的章节中再进行详细的讲解。

### 6.3.2 零部件的圆周阵列

零部件的圆周阵列是在装配体中沿一个轴复制源零部件而生成的阵列。

选择【插入】|【零部件阵列】|【圆周阵列】菜单命令，系统弹出【圆周阵列】属性管理器，如图 6-38 所示。



图 6-37 【线性阵列】属性管理器



图 6-38 【圆周阵列】属性管理器

由于在装配体窗口中才可以进行零部件圆周阵列的操作，因此其属性设置不在此进行叙述，在后面有关装配的章节中再进行详细的讲解。

### 6.3.3 零部件的特征驱动

零部件的特征驱动是在装配体中根据一个现有阵列生成的零部件阵列。

#### 1. 特征驱动的属性设置

选择【插入】|【零部件阵列】|【特征驱动】菜单命令，系统打开【特征驱动】属性管理器，如图 6-39 所示。

(1) 【要阵列的零部件】选项组：选择源零部件。

(2) 【驱动特征】选项组：在【特征管理器设计树】中选择阵列特征或者在图形区域选择阵列实例的面。



必须是阵列特征才能完成特征驱动的操作。

(3) 【可跳过的实例】选项组：在图形区域选择实例的标志点以设置跳过的实例。

#### 2. 生成特征驱动的操作步骤

在装配体窗口中，选择【插入】|【零部件阵列】|【特征驱动】菜单命令，系统弹出【特




征驱动】属性管理器。根据需要设置各选项组参数，单击  【确定】按钮，生成特征驱动阵列，如图 6-40 所示。



图 6-39 【特征驱动】属性管理器

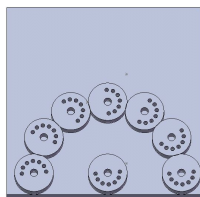


图 6-40 生成零部件的特征驱动阵列

## 6.4 镜向


下面介绍镜向编辑的方法，主要包括镜向草图、镜向特征和镜向零部件。



### 6.4.1 镜向草图

镜向草图是以草图实体为目标进行镜向复制的操作。

#### 1. 镜向现有草图实体

##### (1) 镜向实体的属性设置。

单击【草图】工具栏中的  【镜向实体】按钮或者选择【工具】|【草图工具】|【镜向】菜单命令，系统打开【镜向】属性管理器，如图 6-41 所示。

-  【要镜向的实体】：选择草图实体。
-  【镜向点】：选择边线或者直线。

##### (2) 镜向实体的操作步骤。



单击【草图】工具栏中的  【镜向实体】按钮或者选择【工具】|【草图工具】|【镜向】菜单命令，系统打开【镜向】属性管理器。根据需要设置参数，单击  【确定】按钮，镜向现有草图实体，如图 6-42 所示。



图 6-41 【镜向】属性管理器

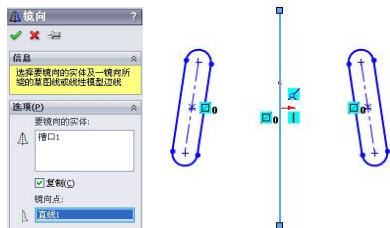


图 6-42 镜向现有草图实体

#### 2. 在绘制时镜向草图实体

##### (1) 在激活的草图中选择直线或者模型边线。

##### (2) 选择【工具】|【草图工具】|【动态镜向】菜单命令，此时对称符号出现在直线或者

边线的两端,如图 6-43 所示。

(3) 实体在接下来的绘制中被镜向,如图 6-44 所示。

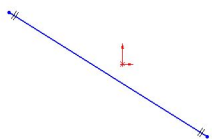


图 6-43 出现对称符号

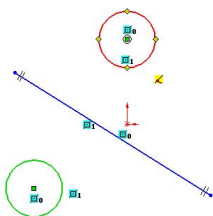


图 6-44 绘制的实体被镜向

(4) 如果要关闭镜向,则再次选择【工具】|【草图工具】|【动态镜向】菜单命令。


### 3. 镜向草图操作的注意事项

- (1) 镜向只包括新的实体或原有及镜向的实体。
- (2) 可镜向某些或所有草图实体。
- (3) 围绕任何类型直线(不仅仅是构造性直线)镜向。
- (4) 可沿零件、装配体或工程图中的边线镜向。

## 6.4.2 镜向特征

镜向特征是沿面或者基准面镜向以生成一个特征(或者多个特征)的复制操作。

### 1. 镜向特征的属性设置

单击【特征】工具栏中的【镜向】按钮或者选择【插入】|【阵列/镜向】|【镜向】菜单命令,系统弹出【镜向】属性管理器,如图 6-45 所示。



(1) 【镜向面/基准面】选项组:在图形区域选择一个面或基准面作为镜向面。

(2) 【要镜向的特征】选项组:单击模型中的一个或者多个特征,也可以在【特征管理器设计树】中选择要镜向的特征。

(3) 【要镜向的面】选项组:在图形区域单击构成要镜向的特征的面。此选项组参数对于在输入过程中仅包括特征的面且不包括特征本身的零件很有用。

### 2. 生成镜向特征的操作步骤

(1) 选择要进行镜向的特征。

(2) 单击【特征】工具栏中的【镜向】按钮或者选择【插入】|【阵列/镜向】|【镜向】菜单命令,系统弹出【镜向】属性管理器。根据需要设置各选项组参数,单击【确定】按钮,生成镜向特征,如图 6-46 所示。

### 3. 镜向特征操作的注意事项

- (1) 在单一模型或多实体零件中选择一个实体生成镜向实体。
- (2) 通过选择几何体阵列并使用特征范围来选择包括特征的实体,并将特征应用到一个或多个实体零件中。



图 6-45 【镜向】属性管理器

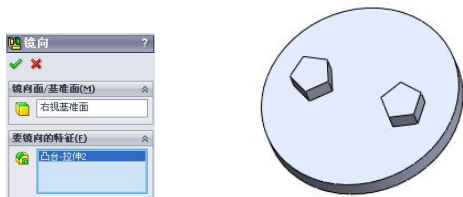


图 6-46 生成镜向特征

### 6.4.3 镜向零部件

镜向零部件就是选择一个对称基准面及零部件进行镜向操作。

在装配体窗口中，选择【插入】|【镜向零部件】菜单命令，系统打开【镜向零部件】属性管理器，如图 6-47 所示。

用鼠标右键单击要镜向的零部件的名称，在弹出的菜单中进行选择，如图 6-48 所示。

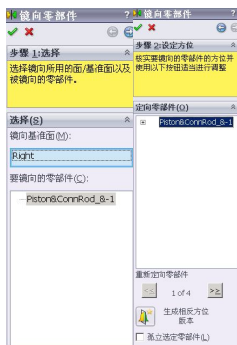


图 6-47 【镜向零部件】属性管理器

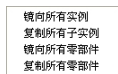


图 6-48 快捷菜单

- (1) 【镜向所有实例】：镜向所选零部件的所有实例。
- (2) 【复制所有子实例】：复制所选零部件的所有实例。
- (3) 【镜向所有零部件】：镜向装配体中所有的零部件。
- (4) 【复制所有零部件】：复制装配体中所有的零部件。

## 6.5 设计范例


本节将结合实例具体讲解阵列等特征的创建步骤和方法。范例是一个塑料筐的造型，要制作它主要使用拉伸、旋转和阵列特征。

### 6.5.1 建立基体

(1) 打开 SolidWorks 2011，单击界面上方工具栏中的【新建】按钮，系统弹出【新建 SolidWorks 文件】对话框。单击【零件】按钮，单击【确定】按钮，进入工作环境。

(2) 选择【文件】|【另存为】菜单命令，系统弹出【另存为】对话框，选择合适的文件夹，在【文件名】文本框中输入零件名称“06 塑料筐”，单击【保存】按钮。

(3) 在【特征管理器设计树】中选择【前视基准面】，单击【特征】工具栏中的  【旋转凸台/基体】按钮，系统进入草绘状态。

(4) 单击【草图】工具栏中的  【中心线】按钮，绘制一条中心线，中心线要大于“300mm”，如图 6-51 所示。


(5) 单击【草图】工具栏中的  【直线】按钮，绘制筐体草图，如图 6-52 所示，并且标注尺寸。



图 6-51 绘制中心线

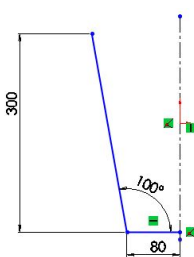





图 6-52 草绘图形

(6) 单击【草图】工具栏中的  【直线】按钮，绘制筐体口部特征，如图 6-53 所示，并且标注尺寸。

(7) 单击【草图】工具栏中的  【等距实体】按钮，打开【等距实体】属性管理器，设置【偏移距离】为“2mm”，如图 6-54 所示；在绘图区单击要偏移的线条，系统会自动偏移与其配套的线条，如图 6-55 所示，单击  【确定】按钮。

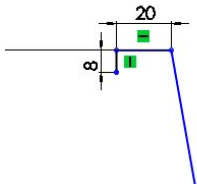


图 6-53 草绘特征



图 6-54 【等距实体】的属性设置

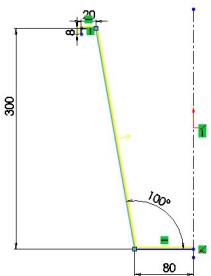




图 6-55 选择偏移线条

(8) 单击【草图】工具栏中的  【直线】按钮，将图形封闭起来，如图 6-56 所示。

(9) 单击  【退出】按钮，弹出【旋转】属性管理器，如图 6-57 所示，保持默认设置，单击  【确定】按钮，完成旋转基体特征。

(10) 至此完成基体特征，结果如图 6-58 所示。

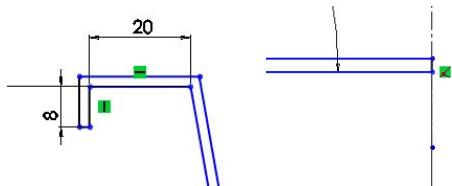


图 6-56 封闭图形

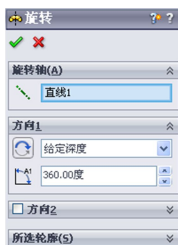


图 6-57 【旋转】的属性设置

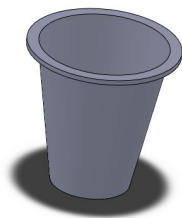


图 6-58 基体特征

## 6.5.2 建立孔特征

(1) 在【特征管理器设计树】中选择【右视基准面】，绘图区显示如图 6-59 所示。

(2) 单击【特征】工具栏中的 【拉伸切除】按钮，进入草绘状态，单击 【正视图于】按钮，进行草绘。

(3) 单击【草图】工具栏中的 【边角矩形】按钮，绘制一个矩形，并标注尺寸，如图 6-60 所示。

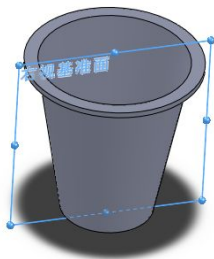


图 6-59 选择右视基准面

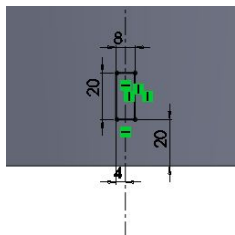


图 6-60 绘制矩形

(4) 单击 【退出】按钮，退出草绘状态，打开【切除-拉伸】属性管理器，在【方向 1】选项组选择【终止条件】为【完全贯穿】，如图 6-61 所示，单击 【确定】按钮，完成拉伸切除。

(5) 至此完成拉伸切除的孔，结果如图 6-62 所示。



图 6-61 【切除-拉伸】的属性设置



图 6-62 完成拉伸切除的孔特征

## 6.5.3 阵列孔特征

(1) 选择【插入】|【参考几何体】|【基准轴】菜单命令，弹出【基准轴】属性管理器，单击 【两平面】按钮，如图 6-63 所示；在【特征管理器设计树】中选择【前视基准面】和

【右视基准面】(属性管理器是可以拖动的), 如图 6-64 所示, 单击 【确定】按钮。



图 6-63 【基准轴】的属性设置



图 6-64 特征管理器设计树

(2) 此时得到完成的基准轴(图中显示为基准轴 2), 如图 6-65 所示。

(3) 在【特征管理器设计树】中选择创建的拉伸切除特征(图中显示为拉伸 1), 单击【特征】工具栏中的 【线性阵列】按钮, 打开【线性阵列】属性管理器, 在绘图区单击选择刚才创建的基准轴, 在属性管理器中设置【间距】为“30mm”, 【数量】为“9”, 其他选项保持默认设置, 如图 6-66 所示, 单击 【确定】按钮。

(4) 此时完成线性阵列, 结果如图 6-67 所示。

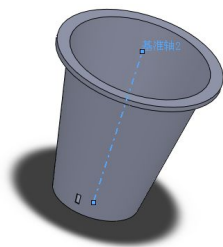


图 6-65 基准轴



图 6-66 【线性阵列】的属性设置

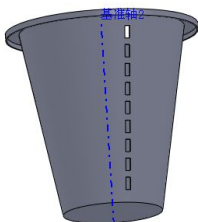


图 6-67 线性阵列特征

(5) 在【特征管理器设计树】中选择刚创建的阵列特征和【拉伸 1】特征, 如图 6-68 所示。

(6) 单击【特征】工具栏中的 【圆周阵列】按钮, 弹出【圆周阵列】属性管理器, 在绘图区单击【基准轴 2】作为旋转轴, 设置【旋转角度】为“10°”, 【数量】为“36”, 如图 6-69 所示, 单击 【确定】按钮。这样, 得到完成圆周阵列的模型, 如图 6-70 所示。



图 6-68 特征管理器设计树



图 6-69 【圆周阵列】的属性设置

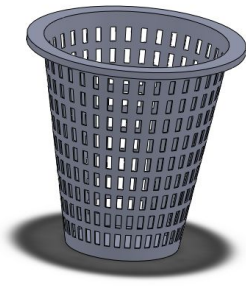


图 6-70 圆周阵列特征



### 6.5.4 创建圆角



(1) 单击【特征】工具栏中的【圆角】按钮，打开【圆角】属性管理器，设置【圆角半径】为“5mm”，其他选项保持默认设置，如图 6-71 所示；在绘图区依次单击要倒角的边，如图 6-72 所示，每条边的内边也要倒圆角，如图 6-73 所示，单击【确定】按钮。



图 6-71 【圆角】的属性设置

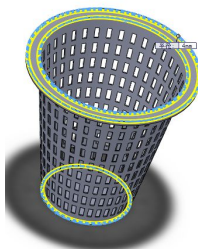


图 6-72 选择倒角边

(2) 得到完成圆角的模型，结果如图 6-74 所示。这样，一个塑料筐就制作完成了。

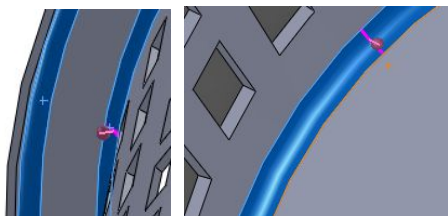


图 6-73 内边同样倒角

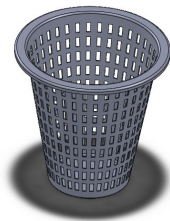


图 6-74 完成模型

## 第7章 曲线与曲面设计

SolidWorks 提供曲线和曲面的设计功能。曲线和曲面是复杂和不规则实体模型的主要组成部分，尤其在工业设计中，该组命令的应用更为广泛。曲线和曲面使不规则实体的绘制更加灵活、快捷。

曲线可用来生成实体模型特征，主要命令有【投影曲线】、【组合曲线】、【螺旋线/涡状线】、【分割线】、【通过参考点的曲线】和【通过 XYZ 点的曲线】等。

曲面也是用来生成实体模型的几何体，主要命令有【拉伸曲面】、【旋转曲面】、【扫描曲面】、【放样曲面】、【等距曲面】和【延展曲面】等。

可对生成的曲面进行编辑，主要命令有【缝合曲面】、【延伸曲面】、【剪裁曲面】、【填充】、【中面】、【替换】、【删除曲面】、【解除剪裁曲面】、【分型面】和【直纹曲面】等。

曲面的生成及编辑与特征的生成及编辑非常类似，但特征模型是具有厚度的几何体，而曲面模型是没有厚度的几何体。

### 7.1 曲线设计

曲线是组成不规则实体模型的最基本要素，SolidWorks 提供绘制曲线的工具栏和菜单命令。

选择【插入】|【曲线】菜单命令可以选择绘制相应曲线的类型，如图 7-1 所示；或者选择【视图】|【工具栏】|【曲线】菜单命令，调出【曲线】工具栏，如图 7-2 所示，在【曲线】工具栏中进行选择。

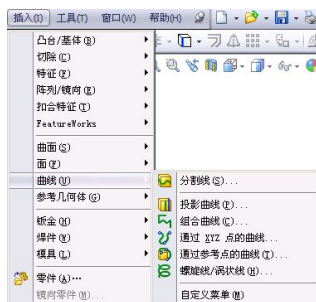


图 7-1 【曲线】菜单命令

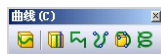



图 7-2 【曲线】工具栏

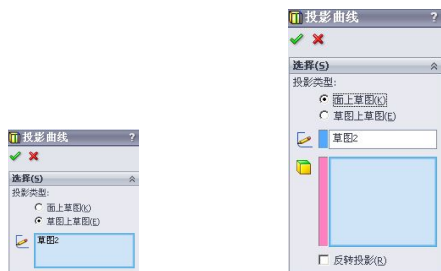
#### 7.1.1 投影曲线

投影曲线可以通过将绘制的曲线投影到模型面上的方式生成一条三维曲线，即“草图到面”的投影类型，也可以使用另一种方式生成投影曲线，即“草图到草图”的投影类型。首先在两个相交的基准面上分别绘制草图，此时系统会将每个草图沿所在平面的垂直方向投影以得到相应的曲面，最后这两个曲面在空间中相交而生成一条三维曲线。

##### 1. 投影曲线的属性设置

单击【曲线】工具栏中的【投影曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【投影曲线】

菜单命令，系统打开【投影曲线】属性管理器，如图 7-3 所示。在【选择】选项组中，可以选择两种投影类型，即【面上草图】和【草图上草图】。



【草图上草图】投影类型

【面上草图】投影类型

图 7-3 【投影曲线】属性管理器

(1) 【要投影的一些草图】：在图形区域或者【特征管理器设计树】中选择曲线草图。

(2) 【投影面】：在实体模型上选择想要投影草图的面。

(3) 【反转投影】：设置投影曲线的方向。

## 2. 生成投影类型为【草图上草图】投影曲线的操作步骤

(1) 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮，新建零件文件。

(2) 选择前视基准面为草图绘制平面，单击【草图】工具栏中的【样条曲线】按钮，绘制一条样条曲线。

(3) 选择上视基准面为草图绘制平面，单击【草图】工具栏中的【样条曲线】按钮，再次绘制一条样条曲线。

(4) 单击【标准视图】工具栏中的【等轴测】按钮，将视图以等轴测方向显示，如图 7-4 所示。

(5) 单击【曲线】工具栏中的【投影曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【投影曲线】菜单命令，系统弹出【投影曲线】属性管理器。在【选择】选项组中，选择【草图上草图】投影类型。

(6) 单击【要投影的一些草图】选择框，在图形区域选择(2)~(3)绘制的草图，如图 7-5 所示。此时在图形区域可以预览生成的投影曲线，单击【确定】按钮，生成投影曲线，如图 7-6 所示。

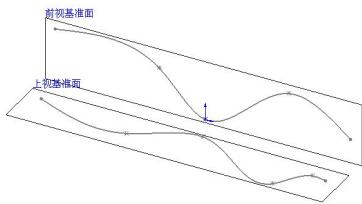


图 7-4 以等轴测方向显示视图



图 7-5 【投影曲线】的属性设置

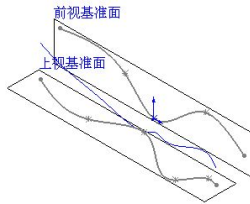



图 7-6 生成投影曲线

### 3. 生成投影类型为【面上草图】投影曲线的操作步骤

(1) 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮，新建零件文件。

(2) 选择前视基准面为草图绘制平面，绘制一条样条曲线，单击【曲面】工具栏中的【拉伸曲面】按钮，拉伸出一个宽为 50mm 的曲面，如图 7-7 所示。

(3) 单击【参考几何体】工具栏中的【基准面】按钮，系统打开【基准面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【参考实体】选择框，在【特征管理器设计树】中单击【上视基准面】图标，设置【距离】为 50mm，如图 7-8 所示，在图形区域上视基准面上方 50mm 处生成基准面 1，如图 7-9 所示。

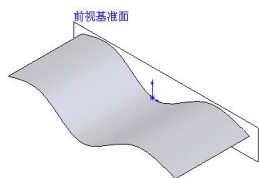




图 7-7 生成拉伸曲面



图 7-8 【基准面】的属性设置

(4) 选择基准面 1 为草图绘制平面，单击【草图】工具栏中的【样条曲线】按钮，绘制一条样条曲线。

(5) 单击【标准视图】工具栏中的【等轴测】按钮，将视图以等轴测方向显示，如图 7-10 所示。

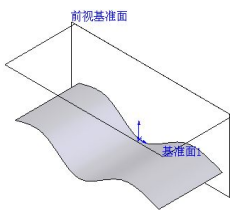


图 7-9 生成基准面 1

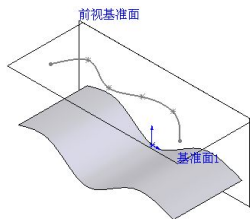




图 7-10 以等轴测方向显示视图

(6) 单击【曲线】工具栏中的【投影曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【投影曲线】菜单命令，系统弹出【投影曲线】属性管理器。在【选择】选项组中，选择【面上草图】投影类型。单击【要投影的草图】选择框，在图形区域选择第(4)步绘制的草图，单击【投影面】选择框，在图形区域选择第(2)步生成的拉伸曲面，启用【反转投影】复选框，确定曲线的投影方向，如图 7-11 所示。此时在图形区域可以预览生成的投影曲线，单击【确定】按钮，生成投影曲线，如图 7-12 所示。



在使用【草图上草图】类型生成投影曲线时，草图所在的两个基准面必须相交，否则不能生成投影曲线。在执行【投影曲线】命令之前，如果事先选择

了生成投影曲线的对象, 则其属性设置会自动选择合适的投影类型, 系统默认的投影类型为【草图上草图】类型。

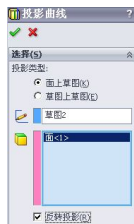


图 7-11 【投影曲线】的属性设置

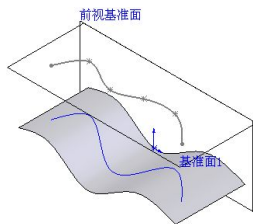


图 7-12 生成投影曲线

## 7.1.2 组合曲线

组合曲线通过将曲线、草图几何体和模型边线组合为一条单一曲线而生成。组合曲线可以作为生成放样特征或者扫描特征的引导线或者轮廓线。

### 1. 组合曲线的属性设置

单击【曲线】工具栏中的【组合曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【组合曲线】菜单命令, 系统打开【组合曲线】属性管理器, 如图 7-13 所示。

【要连接的草图、边线以及曲线】: 在图形区域选择要组合曲线的项目(如草图、边线或者曲线等)。

### 2. 生成组合曲线的操作步骤

(1) 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮, 新建零件文件。

(2) 选择前视基准面作为草图绘制平面, 绘制如图 7-14 所示的草图并标注尺寸。

(3) 单击【特征】工具栏中的【拉伸凸台/基体】按钮, 系统弹出【拉伸】属性管理器。在【方向 1】选项组中, 设置【深度】为 30mm, 将刚绘制的草图拉伸为实体。

(4) 单击【曲线】工具栏中的【组合曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【组合曲线】菜单命令, 系统打开【组合曲线】属性管理器。在【要连接的实体】选项组中, 单击【要连接的草图、边线以及曲线】选择框, 在图形区域依次选择如图 7-15 所示的边线 1~边线 4, 如图 7-16 所示。此时在图形区域可以预览生成的组合曲线, 单击【确定】按钮, 生成组合曲线, 如图 7-17 所示。



组合曲线是一条连续的曲线, 它可以是开环的, 也可以是闭环的, 因此在选择组合曲线的对象时, 它们必须是连续的, 中间不能有间隔。



图 7-13 【组合曲线】属性管理器

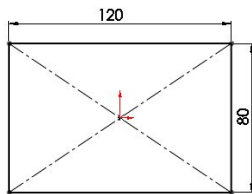


图 7-14 绘制草图并标注尺寸

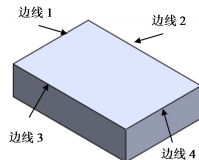


图 7-15 选择边线

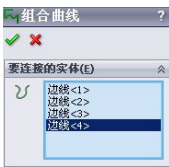


图 7-16 【组合曲线】的属性设置

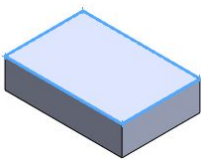



图 7-17 生成组合曲线

7.1.3 螺旋线和涡状线

螺旋线和涡状线可以作为扫描特征的路径或者引导线，也可以作为放样特征的引导线，通常用来生成螺纹、弹簧和发条等零件，也可以在工业设计中作为装饰使用。

1. 螺旋线和涡状线的属性设置

单击【曲线】工具栏中的【螺旋线/涡状线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【螺旋线/涡状线】菜单命令，系统弹出【螺旋线/涡状线】属性管理器。

(1) 【定义方式】选项组。

用来定义生成螺旋线和涡状线的方式，可以根据需要进行选择，其选项如图 7-18 所示。

- 【螺距和圈数】：通过定义螺距和圈数生成螺旋线，其属性设置如图 7-19 所示。



图 7-18 【定义方式】选项



图 7-19 选择【螺距和圈数】选项后的属性设置

- 【高度和圈数】：通过定义高度和圈数生成螺旋线，其属性设置如图 7-20 所示。
- 【高度和螺距】：通过定义高度和螺距生成螺旋线，其属性设置如图 7-21 所示。
- 【涡状线】：通过定义螺距和圈数生成涡状线，其属性设置如图 7-22 所示。

(2) 【参数】选项组。

- 【恒定螺距】（在选择【螺距和圈数】和【高度和螺距】选项时可用）：以恒定螺距方式生成螺旋线。
- 【可变螺距】（在选择【螺距和圈数】和【高度和螺距】选项时可用）：以可变螺距方式生成螺旋线。
- 【区域参数】（在选中【可变螺距】单选按钮后可用）：通过指定圈数或者高度、直径及螺距率生成可变螺距螺旋线，如图 7-23 所示。
- 【螺距】（在选择【高度和圈数】选项时不可用）：为每个螺距设置半径更改比率。设



置的数值必须至少为 0.001，且不大于 200 000。



图 7-20 选择【高度和圈数】选项后的属性设置



图 7-21 选择【高度和螺距】选项后的属性设置



图 7-22 选择【涡状线】选项后的属性设置

- **【圈数】**（在选择【高度和螺距】选项时不可用）：设置螺旋线及涡状线的旋转数。
- **【高度】**（在选择【高度和圈数】和【高度和螺距】时可用）：设置生成螺旋线的高度。
- **【反向】**：用来反转螺旋线及涡状线的旋转方向。启用该复选框，则将螺旋线从原点处向后延伸或者生成一条向内旋转的涡状线。
- **【起始角度】**：设置在绘制的草图圆上开始初始旋转的位置。
- **【顺时针】**：设置生成的螺旋线及涡状线的旋转方向为顺时针。
- **【逆时针】**：设置生成的螺旋线及涡状线的旋转方向为逆时针。

(3) **【锥形螺纹线】**选项组（在【定义方式】选项组中选择【涡状线】选项时不可用）。

- **【锥形角度】**：设置生成锥形螺纹线的角度。
- **【锥度外张】**：设置生成的螺纹线是否锥度外张。

## 2. 生成螺旋线的操作步骤

(1) 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮，新建零件文件。

(2) 选择前视基准面为草图绘制平面，绘制一个直径为 50mm 的圆形草图并标注尺寸，如图 7-24 所示。

(3) 单击【曲线】工具栏中的【螺旋线/涡状线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【螺旋线/涡状线】菜单命令，系统弹出【螺旋线/涡状线】属性管理器。在【定义方式】选项组中，选择【螺距和圈数】选项；在【参数】选项组中，选中【恒定螺距】单选按钮，设置【螺距】为 15mm，【圈数】为 6，如图 7-25 所示，单击【确定】按钮，生成螺旋线。

(4) 单击【标准视图】工具栏中的【上下二等角轴测】按钮，将视图以上下二等角轴测方式显示，如图 7-26 所示。

(5) 用鼠标右键单击【特征管理器设计树】中的【螺旋线/涡状线 1】图标，在弹出的菜单中选择【编辑特征】命令，如图 7-27 所示，系统弹出【螺旋线/涡状线 1】属性管理器，对生成的螺旋线进行编辑。

(6) 在【锥形螺纹线】选项组中，设置【锥形角度】为  $8^{\circ}$ ，如图 7-28 所示，单击【确

定】按钮，生成锥形螺旋线，如图 7-29 所示。



图 7-23 【区域参数】设置

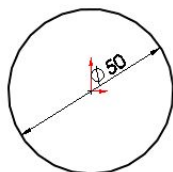


图 7-24 绘制草图



图 7-25 【螺旋线/涡状线】的属性设置

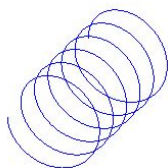


图 7-26 生成螺旋线



图 7-27 快捷菜单

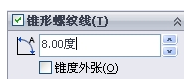


图 7-28 设置【锥形角度】数值

(7) 在【锥形螺旋线】选项组中，设置【锥形角度】为  $10^\circ$ ，选择【锥度外张】选项，如图 7-30 所示，单击 【确定】按钮，生成锥形螺旋线，如图 7-31 所示。

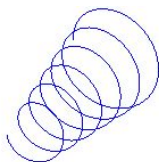


图 7-29 生成锥形螺旋线



图 7-30 启用【锥度外张】复选框

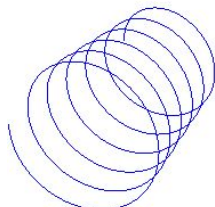


图 7-31 生成锥形螺旋线

### 3. 生成涡状线的操作步骤

(1) 单击【标准】工具栏中的 【新建】按钮，新建零件文件。

(2) 选择前视基准面为草图绘制平面，绘制一个直径为 50mm 的圆形草图并标注尺寸。

(3) 单击【曲线】工具栏中的 【螺旋线/涡状线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【螺旋线/涡状线】菜单命令，系统打开【螺旋线/涡状线】属性管理器。在【定义方式】选项组中，选择【涡状线】选项；在【参数】选项组中，设置【螺距】为 8mm，【圈数】为 6，【起始角度】为  $135^\circ$ ，选中【顺时针】单选按钮，如图 7-32 所示。单击 【确定】按钮，生成涡状线，如图 7-33 所示。

(4) 用鼠标右键单击【特征管理器设计树】中的【螺旋线/涡状线 1】图标，在弹出的菜单中选择【编辑特征】命令，如图 7-34 所示。系统弹出【螺旋线/涡状线 1】属性管理器，

对生成的涡状线进行编辑,选中【逆时针】单选按钮,单击【确定】按钮,生成涡状线,如图 7-35 所示。



图 7-32 【螺旋线/涡状线】的属性设置

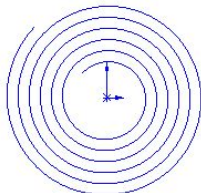


图 7-33 生成涡状线



图 7-34 快捷菜单

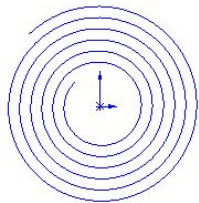



图 7-35 生成涡状线

#### 7.1.4 通过 xyz 点的曲线

可以通过用户定义的点生成样条曲线,以这种方式生成的曲线被称为通过 xyz 点的曲线。在 SolidWorks 中,用户既可以自定义样条曲线通过的点,也可以利用点坐标文件生成样条曲线。

##### 1. 通过 xyz 点的曲线的属性设置

单击【曲线】工具栏中的【通过 XYZ 点的曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【通过 XYZ 点的曲线】菜单命令,弹出【曲线文件】对话框,如图 7-36 所示。

(1)【点】、【X】、【Y】、【Z】:【点】的列坐标定义生成曲线的点的顺序;【X】、【Y】、【Z】的列坐标对应点的坐标值。双击每个单元格,即可激活该单元格,然后输入数值即可。

(2)【浏览】:单击【浏览】按钮,弹出【打开】对话框,可以输入存在的曲线文件,根据曲线文件直接生成曲线。

(3)【保存】:单击【保存】按钮,弹出【另存为】对话框,选择想要保存的位置,然后在【文件名】文本框中输入文件名称。如果没有指定扩展名,SolidWorks 应用程序会自动添加\*.SLDCRV 扩展名。

(4)【插入】:用于插入新行。如果要在某一行之上插入新行,只要单击该行,然后单击【插入】按钮即可。




在输入存在的曲线文件时,文件不仅可以是\*.SLDCRV 格式的文件,也可以是\*.TXT 格式的文件。使用 Excel 等应用程序生成坐标文件时,文件中必须只包含坐标数据,而不能是 x、y、z 的标号及其他无关数据。

## 2. 生成通过 xyz 点的曲线的操作步骤

第一种，输入坐标。

(1) 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮，新建零件文件。

(2) 单击【曲线】工具栏中的【通过 XYZ 点的曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【通过 XYZ 点的曲线】菜单命令，弹出【曲线文件】对话框。

(3) 在【X】、【Y】、【Z】的单元格中输入生成曲线的坐标点的数值，如图 7-37 所示，单击【确定】按钮，结果如图 7-38 所示。

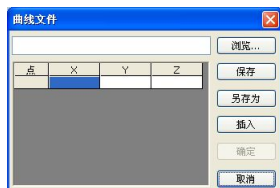


图 7-36 【曲线文件】对话框

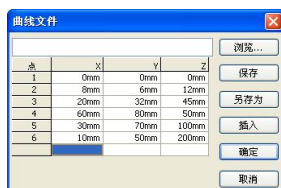



图 7-37 设置【曲线文件】对话框

第二种，导入坐标点文件。

(1) 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮，新建零件文件。

(2) 单击【曲线】工具栏中的【通过 XYZ 点的曲线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【通过 XYZ 点的曲线】菜单命令，弹出【曲线文件】对话框。

(3) 单击【浏览】按钮，弹出【打开】对话框，选择需要的曲线文件。

(4) 单击【打开】按钮，此时选择文件的路径和文件名出现在【曲线文件】对话框上方的空白框中，如图 7-39 所示，单击【确定】按钮，结果如图 7-40 所示。



通过 xyz 点的曲线的点的顺序，是按照曲线文件中点的序列进行连接的。

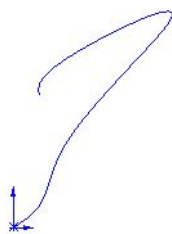


图 7-38 生成通过 xyz 点的曲线  
(输入坐标)



图 7-39 【曲线文件】对话框

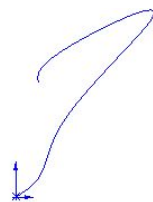



图 7-40 生成通过 xyz 点的曲线  
(导入坐标点文件)

### 7.1.5 通过参考点的曲线

通过参考点的曲线是通过一个或者多个平面上的点而生成的曲线。


#### 1. 通过参考点的曲线的属性设置


单击【曲线】工具栏中的【通过参考点的曲线】按钮或者单击【插入】|【曲线】|【通过参考点的曲线】菜单命令，系统打开【通过参考点的曲线】属性管理器，如图 7-41 所示。

(1) **【通过参考点的曲线】**: 选择通过一个或者多个平面上的点。

(2) **【闭环曲线】**: 定义生成的曲线是否闭合。启用该复选框, 则生成的曲线自动闭合。

## 2. 生成通过参考点的曲线的操作步骤

(1) 单击**【曲线】**工具栏中的**【通过参考点的曲线】**按钮或者单击**【插入】|【曲线】|【通过参考点的曲线】**菜单命令, 系统打开**【通过参考点的曲线】**属性管理器。

(2) 在图形区域选择如图 7-42 所示的顶点 1~顶点 4, 此时在图形区域可以预览到生成的曲线, 单击**【确定】**按钮, 生成通过参考点的曲线, 如图 7-43 所示。

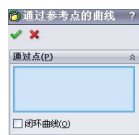


图 7-41 **【通过参考点的曲线】**属性管理器

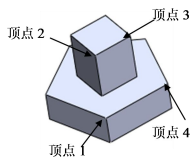



图 7-42 选择顶点

(3) 用鼠标右键单击**【特征管理器设计树】**中的**【曲线 1】**图标（即上一步生成的曲线），在弹出的菜单中选择**【编辑特征】**命令，如图 7-44 所示；系统弹出**【曲线 1】**属性管理器，启用**【闭环曲线】**复选框，如图 7-45 所示；单击**【确定】**按钮，生成的通过参考点的曲线自动变为闭合曲线，如图 7-46 所示。

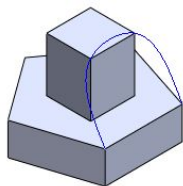


图 7-43 生成通过参考点的曲线



图 7-44 快捷菜单

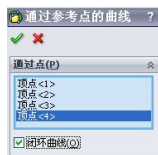


图 7-45 **【曲线 1】**的属性设置

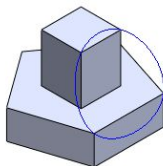


图 7-46 生成闭合曲线




在生成通过参考点的曲线时, 选择的参考点既可以是草图中的点, 也可以是模型实体中的点。

## 7.1.6 分割线


分割线通过将实体投影到曲面或者平面上而生成。它将所选的面分割为多个分离的面, 从而可以选择其中一个分离面进行操作。分割线也可以通过将草图投影到曲面实体而生成, 投影的实体可以是草图、模型实体、曲面、面、基准面或者曲面样条曲线。



### 1. 分割线的属性设置

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统弹出【分割线】属性管理器。在【分割类型】选项组中，选择生成的分割线的类型，如图 7-47 所示。

- **【轮廓】**：在圆柱形零件上生成分割线。
- **【投影】**：将草图线投影到表面上生成分割线。
- **【交叉点】**：以交叉实体、曲面、面、基准面或者曲面样条曲线分割面。

(1) 选中【轮廓】单选按钮后的属性设置。

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统打开【分割线】属性管理器。选中【轮廓】单选按钮，其属性设置如图 7-48 所示。

-  **【拔模方向】**：在图形区域或者【特征管理器设计树】中选择通过模型轮廓投影的基准面。
-  **【要分割的面】**：选择一个或者多个要分割的面。

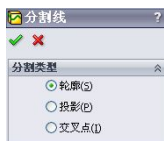




图 7-47 【分割类型】选项组




图 7-48 选中【轮廓】单选按钮后的属性设置


- **【反向】**：设置拔模方向。启用该复选框，则以反方向拔模。
-  **【角度】**：设置拔模角度，主要用于制造工艺方面的考虑。

(2) 选中【投影】单选按钮后的属性设置。

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统弹出【分割线】属性管理器。选中【投影】单选按钮，其属性设置如图 7-49 所示。

-  **【要投影的草图】**：在图形区域或者【特征管理器设计树】中选择草图，作为要投影的草图。
- **【单向】**：以单方向进行分割以生成分割线。

(3) 选中【交叉点】单选按钮后的属性设置。

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统弹出【分割线】属性管理器。选中【交叉点】单选按钮，其属性设置如图 7-50 所示。

- **【分割所有】**：分割线穿越曲面上所有可能的区域，即分割所有可以分割的曲面。
- **【自然】**：按照曲面的形状进行分割。





图 7-49 选中【投影】单选按钮后的属性设置





图 7-50 选中【交叉点】单选按钮后的属性设置

- **【线性】:** 按照线性方向进行分割。

## 2. 生成分割线的操作步骤

### (1) 生成【轮廓】类型的分割线。

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统打开【分割线】属性管理器。在【分割类型】选项组中，选中【轮廓】单选按钮；在【选择】选项组中，单击【拔模方向】选择框，在图形区域选择如图 7-51 所示的面 1，单击【要分割的面】选择框，在图形区域选择如图 7-51 所示的面 2，其他设置如图 7-52 所示。单击【确定】按钮，生成分割线，如图 7-53 所示。

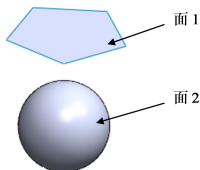


图 7-51 选择面



图 7-52 【分割线】的属性设置

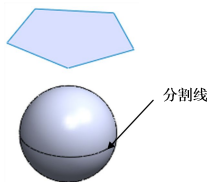




图 7-53 生成分割线



生成【轮廓】类型的分割线时，要分割的面必须是曲面，不能是平面。

### (2) 生成【投影】类型的分割线。

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统弹出【分割线】属性管理器。在【分割类型】选项组中，选中【投影】单选按钮；在【选择】选项组中，单击【要投影的草图】选择框，在图形区域选择如图 7-54 所示的草图 2，单击【要分割的面】选择框，在图形区域选择如图 7-54 所示的面 1，其他设置如图 7-55 所示。单击【确定】按钮，生成分割线，如图 7-56 所示（图中的曲线 1 为生成的分割线）。



生成【投影】类型的分割线时，要投影的草图在投影面上的投影必须穿过要投影的面，否则系统会提示错误，导致不能生成分割线。

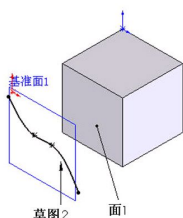




图 7-54 选择草图和面



图 7-55 【分割线】的属性设置

(3) 生成【交叉点】类型的分割线。

单击【曲线】工具栏中的【分割线】按钮或者选择【插入】|【曲线】|【分割线】菜单命令，系统打开【分割线】属性管理器。在【分割类型】选项组中，选中【交叉点】单选按钮；在【选择】选项组中，单击【分割实体/面/基准面】选择框，在图形区域选择如图 7-57 所示的面 1～面 6，单击【要分割的面/实体】选择框，在图形区域选择如图 7-57 所示的面 7，其他设置如图 7-58 所示。单击【确定】按钮，生成分割线，如图 7-59 所示（分割线位于分割面和目标面的交叉处）。

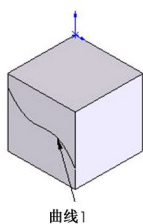


图 7-56 生成分割线

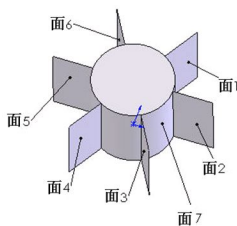


图 7-57 选择面



图 7-58 【分割线】的属性设置

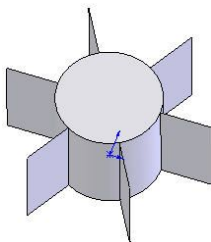


图 7-59 生成分割线



生成【交叉点】类型的分割线时，分割实体和目标实体必须有相交处，否则不能生成分割线。

## 7.2 曲面设计

曲面是一种可以用来生成实体特征的几何体（如圆角曲面等）。一个零件中可以有多个曲面实体。

在 SolidWorks 中，生成曲面的方式如下：

- (1) 由草图或者基准面上的一组闭环边线插入平面。
- (2) 由草图拉伸、旋转、扫描或者放样生成曲面。
- (3) 由现有面或者曲面生成等距曲面。
- (4) 从其他程序中输入曲面文件，如 CATIA、ACIS、Pro/ENGINEER、Unigraphics、SolidEdge、Autodesk Inventor 等。
- (5) 由多个曲面组合成新的曲面。

在 SolidWorks 中，使用曲面的方式如下：

- (1) 选择曲面边线和顶点作为扫描的引导线和路径。
- (2) 通过加厚曲面生成实体或者切除特征。
- (3) 使用【成形到一面】或者【到离指定面指定的距离】作为终止条件，拉伸实体或者切除实体。
- (4) 通过加厚已经缝合成实体的曲面生成实体特征。
- (5) 用曲面作为替换面。

SolidWorks 提供生成曲面的工具栏和菜单命令。选择【插入】|【曲面】菜单命令可以选择生成相应曲面的类型，如图 7-60 所示，或者选择【视图】|【工具栏】|【曲面】菜单命令，调出【曲面】工具栏，如图 7-61 所示。



图 7-60 【曲面】菜单命令




图 7-61 【曲面】工具栏

### 7.2.1 拉伸曲面

拉伸曲面是将一条曲线拉伸为曲面。

#### 1. 拉伸曲面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的【拉伸曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【拉伸曲面】

菜单命令，系统弹出【曲面-拉伸】属性管理器，如图 7-62 所示。在【从】选项组中，选择不同的【开始条件】，如图 7-63 所示。

(1) 【从】选项组。

不同的开始条件对应不同的属性设置。

- 草图基准面（如图 7-64 所示）。



图 7-62 【曲面-拉伸】属性管理器



图 7-63 【开始条件】选项

- 曲面/面/基准面（如图 7-65 所示）。

【选择一曲面/面/基准面】：选择一个面作为拉伸曲面的开始条件。



图 7-64 设置【开始条件】为【草图基准面】

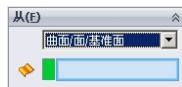


图 7-65 设置【开始条件】为【曲面/面/基准面】

- 顶点（如图 7-66 所示）。

【选择一顶点】：选择一个顶点作为拉伸曲面的开始条件。

- 等距（如图 7-67 所示）。

【输入等距值】：从与当前草图基准面等距的基准面上开始拉伸曲面，在数值框中可以输入等距数值。

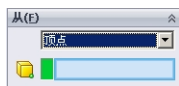






图 7-66 设置【开始条件】为【顶点】



图 7-67 设置【开始条件】为【等距】

(2) 【方向 1】、【方向 2】选项组。

- 【终止条件】：决定拉伸曲面的方式，如图 7-68 所示。
-  【反向】：可以改变曲面拉伸的方向。
-  【拉伸方向】：在图形区域选择方向向量以垂直于草图轮廓的方向拉伸草图。
-  【深度】：设置曲面拉伸的深度。

-  **【拔模开/关】**: 设置拔模角度, 主要用于制造工艺的考虑。
- **【向外拔模】**: 设置拔模的方向。

其他属性设置不再赘述。

### (3) **【所选轮廓】**选项组。

在图形区域选择草图轮廓和模型边线, 使用部分草图生成曲面拉伸特征。

## 2. 生成**【开始条件】**为**【草图基准面】**拉伸曲面的操作步骤

(1) 选择前视基准面为草图绘制平面, 绘制如图 7-69 所示的样条曲线。



(2) 单击**【曲面】**工具栏中的 **【拉伸曲面】**按钮或者选择**【插入】|【曲面】|【拉伸曲面】**菜单命令, 系统打开**【曲面-拉伸】**属性管理器。在**【从】**选项组中, 设置**【开始条件】**为**【草图基准面】**; 在**【方向 1】**选项组中, 设置**【终止条件】**为**【给定深度】**, 设置**【深度】**为 30mm, 其他设置如图 7-70 所示。单击 **【确定】**按钮, 生成拉伸曲面, 如图 7-71 所示。



图 7-68 **【终止条件】**选项

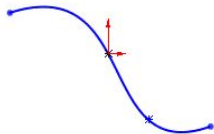


图 7-69 绘制样条曲线



图 7-70 **【曲面-拉伸】**的属性设置

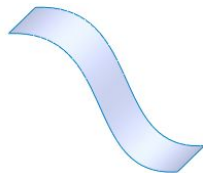




图 7-71 生成拉伸曲面

## 3. 生成**【开始条件】**为**【曲面/面/基准面】**拉伸曲面的操作步骤

(1) 单击**【曲面】**工具栏中的 **【拉伸曲面】**按钮或者选择**【插入】|【曲面】|【拉伸曲面】**菜单命令, 弹出**【拉伸】**属性设置的信息框, 如图 7-72 所示。

(2) 在图形区域选择如图 7-73 所示的草图 1 (即选择一个现有草图), 系统打开**【曲面-拉伸】**属性管理器。在**【从】**选项组中, 设置**【开始条件】**为**【曲面/面/基准面】**, 单击**【选择一曲面/面/基准面】**选择框, 在图形区域选择如图 7-73 所示的曲面 2; 在**【方向 1】**选项组中, 设置**【终止条件】**为**【给定深度】**, 设置**【深度】**为 30mm, 其他设置如图 7-74 所示。单击 **【确定】**按钮, 生成拉伸曲面, 如图 7-75 所示。



从**【曲面/面/基准面】**生成的拉伸曲面, 其拉伸的曲面外形和指定面的外形相同。

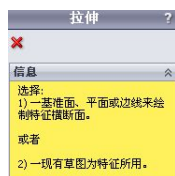


图 7-72 【拉伸】属性设置的信息框

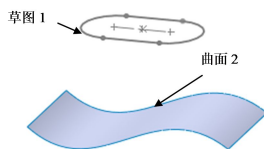


图 7-73 选择草图和曲面



图 7-74 【曲面-拉伸】的属性设置

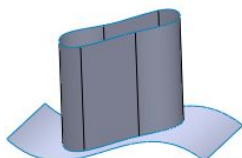


图 7-75 生成拉伸曲面

#### 4. 生成【开始条件】为【顶点】拉伸曲面的操作步骤

(1) 单击【曲面】工具栏中的【拉伸曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【拉伸曲面】菜单命令，弹出【拉伸】属性设置的信息框，如图 7-76 所示。

(2) 在图形区域选择如图 7-77 所示的曲线（即选择一个现有草图），系统弹出【曲面-拉伸】属性管理器。在【从】选项组中，设置【开始条件】为【顶点】，单击【选择一顶点】选择框，在图形区域选择如图 7-77 所示的顶点 1；在【方向 1】选项组中，设置【终止条件】为【成形到一顶点】，单击【顶点】选择框，在图形区域选择如图 7-77 所示的顶点 2，其他设置如图 7-78 所示。单击【确定】按钮，生成拉伸曲面，如图 7-79 所示。



图 7-76 【拉伸】属性设置的信息框

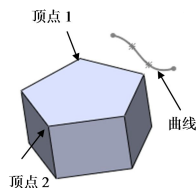


图 7-77 选择曲线和顶点



图 7-78 【曲面-拉伸】的属性设置

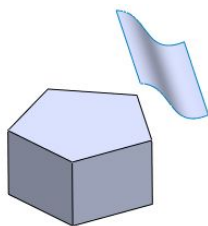



图 7-79 生成拉伸曲面






顶点 1 和顶点 2 的距离决定了拉伸曲面的距离,但拉伸方向并不是从顶点 1 到顶点 2, 需要另行设置。

#### 5. 生成【开始条件】为【等距】拉伸曲面的操作步骤

(1) 单击【曲面】工具栏中的  【拉伸曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【拉伸曲面】菜单命令,弹出【拉伸】属性设置的信息框,如图 7-80 所示。

(2) 在图形区域选择如图 7-81 所示的草图(即选择一个现有草图),系统弹出【曲面-拉伸】属性管理器。在【从】选项组中,设置【开始条件】为【等距】,【输入等距值】为 20mm;在【方向 1】选项组中,设置【终止条件】为【给定深度】,【深度】为 35mm,其他设置如图 7-82 所示。单击  【确定】按钮,生成拉伸曲面,如图 7-83 所示。

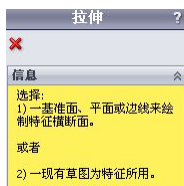


图 7-80 【拉伸】属性设置的信息框

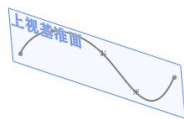


图 7-81 选择草图



图 7-82 【曲面-拉伸】的属性设置

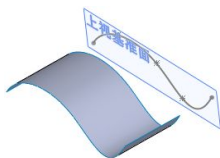


图 7-83 生成拉伸曲面




在这 4 个拉伸曲面类型中,均可以设置两个方向的拉伸曲面,并且可以生成拔模类型的曲面。


## 7.2.2 旋转曲面

从交叉或者非交叉的草图中选择不同的草图并用所选轮廓生成的旋转的曲面,即为旋转曲面。

#### 1. 旋转曲面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的  【旋转曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【旋转曲面】菜单命令,系统打开【曲面-旋转】属性管理器,如图 7-84 所示。

【旋转参数】选项组用来设置生成旋转曲面的各项参数。

(1)  【旋转轴】: 设置曲面旋转所围绕的轴,所选择的轴可以是中心线、直线,也可以是一条边线。


- (2)  **【反向】**: 改变旋转曲面的方向。
- (3) **【旋转类型】**: 设置生成旋转曲面的类型, 如图 7-85 所示。




图 7-84 【曲面-旋转】属性管理器



图 7-85 【旋转类型】选项

- **【给定深度】**: 从草图以单一方向生成旋转。
- **【成形到一顶点】**: 从草图基准面生成旋转到指定顶点。
- **【成形到一面】**: 从草图基准面生成旋转到指定曲面。
- **【到离指定面指定的距离】**: 从草图基准面生成旋转到指定曲面的指定等距。
- **【两侧对称】**: 从草图基准面以顺时针和逆时针方向生成旋转, 如图 7-86 所示。需要注意的是, 两个方向的总角度之和不会超过  $360^\circ$ 。

(4)  **【方向 1 角度】**: 设置旋转曲面的角度, 系统默认的角度为  $360^\circ$ 。角度从所选草图基准面以顺时针方向开始。

## 2. 生成旋转曲面的操作步骤




(1) 单击**【曲面】**工具栏中的 **【旋转曲面】**按钮或者选择**【插入】|【曲面】|【旋转曲面】**菜单命令, 系统弹出**【曲面-旋转】**属性管理器。在**【旋转参数】**选项组中, 单击 **【旋转轴】**选择框, 在图形区域选择如图 7-87 所示的中心线, 其他设置如图 7-88 所示。单击 **【确定】**按钮, 生成旋转曲面, 如图 7-89 所示。

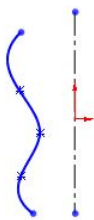
图 7-86 设置**【旋转类型】**为**【两侧对称】**

图 7-87 选择中心线

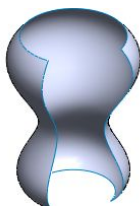
图 7-88 设置**【旋转类型】**为**【单向】**

图 7-89 生成旋转曲面


(2) 改变旋转类型, 可以生成不同的旋转曲面。在【旋转参数】选项组中, 设置【旋转类型】为【两侧对称】, 如图 7-90 所示, 单击  【确定】按钮, 生成旋转曲面, 如图 7-91 所示。



图 7-90 设置【旋转类型】为【两侧对称】

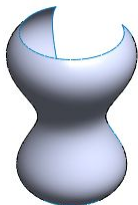


图 7-91 生成旋转曲面


(3) 在【旋转参数】选项组中, 设置【方向 2】选项组下的相关参数, 如图 7-92 所示, 单击  【确定】按钮, 生成旋转曲面, 如图 7-93 所示。



图 7-92 设置【旋转类型】为【双向】

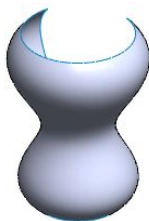


图 7-93 生成旋转曲面




生成旋转曲面的草图是交叉和非交叉的草图, 绘制的样条曲线可以和中心线相交, 但是不能穿越。



### 7.2.3 扫描曲面

利用轮廓和路径生成的曲面被称为扫描曲面。扫描曲面和扫描特征类似, 也可以通过引导线生成。

#### 1. 扫描曲面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的  【扫描曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【扫描曲面】菜单命令, 系统弹出【曲面-扫描】属性管理器, 如图 7-94 所示。

##### (1) 【轮廓和路径】选项组。

-  【轮廓】: 设置扫描曲面的草图轮廓。在图形区域或者【特征管理器设计树】中选择草图轮廓, 扫描曲面的轮廓可以是开环的, 也可以是闭环的。
-  【路径】: 设置扫描曲面的路径, 在图形区域或者【特征管理器设计树】中选择路径。

##### (2) 【选项】选项组。

- 【方向/扭转控制】: 控制轮廓沿路径扫描的方向, 其选项如图 7-95 所示。
- 【随路径变化】: 轮廓相对于路径时刻处于同一角度。



图 7-94 【曲面-扫描】属性管理器

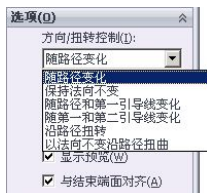


图 7-95 【方向/扭转控制】选项

【保持法向不变】：轮廓时刻与开始轮廓平行。

【随路径和第一引导线变化】：中间轮廓的扭转由路径到第一条引导线的向量决定。

【随第一和第二引导线变化】：中间轮廓的扭转由第一条引导线到第二条引导线的向量决定。

【沿路径扭转】：沿路径扭转轮廓。

【以法向不变沿路径扭曲】：通过将轮廓在沿路径扭曲时保持与开始轮廓平行而沿路径扭转轮廓。

- 【路径对齐类型】：当路径上出现少许波动和不均匀波动使轮廓不能对齐时，可以将轮廓稳定下来，其选项如图 7-96 所示。

【无】：垂直于轮廓且对齐轮廓，而不进行纠正。






【最小扭转】：阻止轮廓在随路径变化时自我相交（只对 3D 路径而言）。

【方向向量】：以方向向量所选择的方向对齐轮廓。

【所有面】：当路径包括相邻面时，使扫描轮廓在几何关系可能的情况下与相邻面相切。

- 【合并切面】：在扫描曲面时，如果扫描轮廓具有相切线段，可以使所产生的扫描中的相应曲面相切。保持相切的面可以是基准面、圆柱面或者锥面。在合并切面时，其他相邻面被合并，轮廓被近似处理，草图圆弧可以被转换为样条曲线。
- 【显示预览】：以上色方式显示扫描结果的预览。如果取消启用此复选框，则只显示扫描曲面的轮廓和路径。
- 【与结束端面对齐】：将扫描轮廓延续到路径所遇到的最后面。扫描的面被延伸或者缩短以与扫描端点处的面相匹配，而不要求额外几何体（此复选框常用于螺旋线）。

(3) 【引导线】选项组。

-  【引导线】：在轮廓沿路径扫描时加以引导。
-  【上移】：调整引导线的顺序，使指定的引导线上移。
-  【下移】：调整引导线的顺序，使指定的引导线下移。
- 【合并平滑的面】：改进通过引导线扫描的性能，并在引导线或者路径不是曲率连续的所有点处进行分割扫描。
-  【显示截面】：显示扫描的截面，单击  箭头可以进行滚动预览。

(4) 【起始处/结束处相切】选项组。

- 【起始处相切类型】(如图 7-97 所示)。



图 7-96 【路径对齐类型】选项



图 7-97 【起始处/结束处相切】选项

【无】：不应用相切。





【路径相切】：路径垂直于开始点处而生成扫描。

- 【结束处相切类型】(如图 7-98 所示)。

【无】：不应用相切。

【路径相切】：路径垂直于结束点处而生成扫描。

## 2. 生成扫描曲面的操作步骤

单击【曲面】工具栏中的【扫描曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【扫描曲面】菜单命令，系统弹出【曲面-扫描】属性管理器。在【轮廓和路径】选项组中，单击【轮廓】选择框，在图形区域选择如图 7-99 所示的草图 1，单击【路径】选择框，在图形区域选择如图 7-99 所示的草图 2，其他设置如图 7-100 所示。单击【确定】按钮，生成扫描曲面，如图 7-101 所示。



在生成扫描曲面时，如果使用引导线，则引导线与轮廓之间必须建立重合或者穿透的几何关系，否则会提示错误。



图 7-98 【结束处相切类型】选项

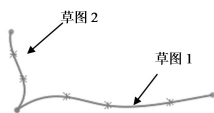


图 7-99 选择草图



图 7-100 【曲面-扫描】的属性设置

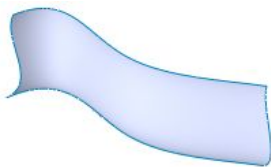



图 7-101 生成扫描曲面




### 7.2.4 放样曲面

通过曲线之间的平滑过渡生成的曲面被称为放样曲面。放样曲面由放样的轮廓曲线组成,也可以根据需要使用引导线。

#### 1. 放样曲面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的【放样曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【放样曲面】菜单命令,系统打开【曲面-放样】属性管理器,如图 7-102 所示。

##### (1) 【轮廓】选项组。

-  【轮廓】: 设置放样曲面的草图轮廓,可以在图形区域或者【特征管理器设计树】中选择草图轮廓。
-  【上移】: 调整轮廓草图的顺序,选择轮廓草图,使其上移。
-  【下移】: 调整轮廓草图的顺序,选择轮廓草图,使其下移。

##### (2) 【起始/结束约束】选项组。

【开始约束】和【结束约束】有相同的选项,如图 7-103 所示。

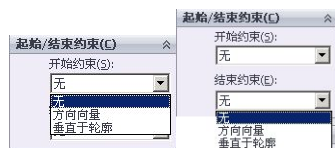





图 7-102 【曲面-放样】的属性设置

图 7-103 【开始约束】和【结束约束】选项

- 【无】: 不应用相切约束,即曲率为零。
- 【方向向量】: 根据方向向量所选实体而应用相切约束。
- 【垂直于轮廓】: 应用垂直于开始或者结束轮廓的相切约束。
- 【与面相切】: 使相邻面在所选开始或者结束轮廓处相切(仅在附加放样到现有几何体时可用)。
- 【与面的曲率】: 在所选开始或者结束轮廓处应用平滑、具有美感的曲率连续放样(仅在附加放样到现有几何体时可用)。

##### (3) 【引导线】选项组。

-  【引导线】: 选择引导线以控制放样曲面。
-  【上移】: 调整引导线的顺序,选择引导线,使其上移。
-  【下移】: 调整引导线的顺序,选择引导线,使其下移。
- 【引导线相切类型】: 控制放样与引导线相遇处的相切,有以下选项。  
【无】: 不应用相切约束。






【垂直于轮廓】：垂直于引导线的基准面应用相切约束。


【方向向量】：为方向向量所选实体应用相切约束。

【与面相切】：在位于引导线路径上的相邻面之间添加边侧相切，从而在相邻面之间生成更平滑的过渡。

(4) 【中心线参数】选项组。

-  【中心线】：使用中心线引导放样形状，中心线可以和引导线是同一条线。
- 【截面数】：在轮廓之间围绕中心线添加截面，截面数可以通过移动滑杆进行调整。
-  【显示截面】：显示放样截面，单击  箭头显示截面数。

(5) 【草图工具】选项组：用于在同一草图（特别是 3D 草图）中的轮廓中定义放样截面和引导线。

- 【拖动草图】：激活草图拖动模式。
-  【撤销草图拖动】：撤销先前的草图拖动操作并将预览返回到其先前状态。

(6) 【选项】选项组。

- 【合并切面】：在生成放样曲面时，如果对应的线段相切，则使在所生成的放样中的曲面保持相切。
- 【闭合放样】：沿放样方向生成闭合实体。启用此复选框，会自动连接最后一个和第一个草图。
- 【显示预览】：显示放样的上色预览；若取消启用此复选框，则只显示路径和引导线。

## 2. 生成放样曲面的操作步骤

(1) 选择前视基准面为草图绘制平面，绘制一条样条曲线，如图 7-104 所示。

(2) 单击【参考几何体】工具栏中的  【基准面】按钮，系统弹出【基准面】属性管理器，根据需要进行设置，如图 7-105 所示，在前视基准面左侧生成基准面 1。

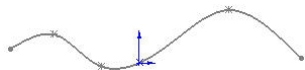



图 7-104 绘制草图



图 7-105 【基准面】的属性设置

(3) 单击【标准视图】工具栏中的  【等轴测】按钮，将视图以等轴测方式显示，如图 7-106 所示。

(4) 选择基准面 1 为草图绘制平面，绘制一条样条曲线，如图 7-107 所示。

(5) 重复第 (2) 步的操作，在基准面 1 左侧 50mm 处生成基准面 2，如图 7-108 所示。

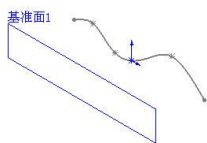


图 7-106 以等轴测方式显示视图



图 7-107 绘制草图

(6) 选择基准面 2 为草图绘制平面, 绘制一条样条曲线, 如图 7-109 所示。

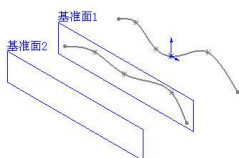


图 7-108 生成基准面 2

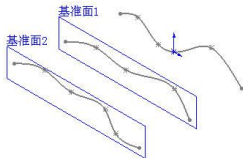




图 7-109 绘制草图

(7) 选择【视图】|【基准面】菜单命令, 取消视图中基准面的显示。

(8) 单击【曲面】工具栏中的  【放样曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【放样曲面】菜单命令, 系统弹出【曲面-放样】属性管理器。在【轮廓】选项组中, 单击【轮廓】选择框, 在图形区域依次选择如图 7-110 所示的草图 1~草图 3, 其他设置如图 7-111 所示。单击  【确定】按钮, 生成放样曲面, 如图 7-112 所示。

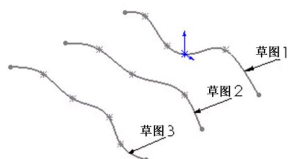


图 7-110 选择草图



图 7-111 【曲面-放样】属性设置

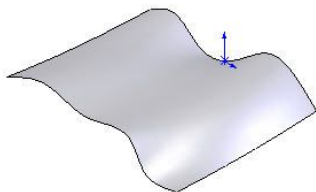


图 7-112 生成放样曲面





在生成放样曲面时, 轮廓草图的基准面不一定要平行, 可以使用引导线控制放样曲面的形状。

## 7.2.5 等距曲面


将已经存在的曲面以指定距离生成的另一个曲面称为等距曲面。该曲面既可以是模型的轮廓面, 也可以是绘制的曲面。

### 1. 等距曲面的属性设置


单击【曲面】工具栏中的  【等距曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【等距曲面】菜单命令, 系统打开【等距曲面】属性管理器, 如图 7-113 所示。

(1)  【要等距的曲面或面】: 在图形区域选择要等距的曲面或者平面。

(2) 【等距距离】: 可以输入等距距离数值。

(3)  【反转等距方向】: 改变等距的方向。

### 2. 生成等距曲面的操作步骤

单击【曲面】工具栏中的  【等距曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【等距曲面】



菜单命令，系统弹出【等距曲面】属性管理器。在【等距参数】选项组中，单击  【要等距的曲面或面】选择框，在图形区域选择如图 7-114 所示的面 1，设置【等距距离】为 30mm，其他设置如图 7-115 所示。单击  【确定】按钮，生成等距曲面，如图 7-116 所示。



图 7-113 【等距曲面】属性管理器

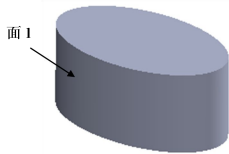


图 7-114 选择面



图 7-115 【等距曲面】的属性设置

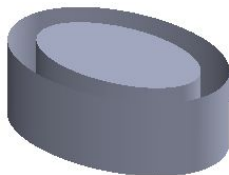





图 7-116 生成等距曲面

## 7.2.6 延展曲面

通过沿所选平面方向延展实体或者曲面的边线而生成的曲面称为延展曲面。

### 1. 延展曲面的属性设置

选择【插入】|【曲面】|【延展曲面】菜单命令，系统弹出【延展曲面】属性管理器，如图 7-117 所示。

- (1) 【延展方向参考】：在图形区域选择一个面或者基准面。
- (2)  【反转延展方向】：改变曲面延展的方向。
- (3)  【要延展的边线】：在图形区域选择一条边线或者一组连续边线。
- (4) 【沿切面延伸】：使曲面沿模型中的相切面继续延展。
- (5)  【延展距离】：设置延展曲面的宽度。

### 2. 生成延展曲面的操作步骤




选择【插入】|【曲面】|【延展曲面】菜单命令，系统打开【延展曲面】属性管理器。在【延展参数】选项组中，单击【延展方向参考】选择框，在图形区域选择如图 7-118 所示的面 1，单击  【要延展的边线】选择框，在图形区域选择如图 7-118 所示的边线 1，设置  【延展距离】为 20mm，其他设置如图 7-119 所示。单击  【确定】按钮，生成延展曲面，如图 7-120 所示。



图 7-117 【延展曲面】属性管理器

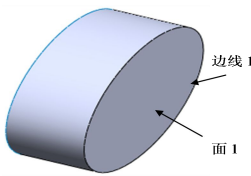


图 7-118 选择面和边线



图 7-119 【延展曲面】的属性设置

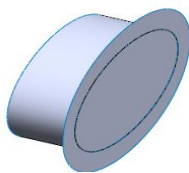


图 7-120 生成延展曲面


## 7.3 曲面编辑

在 SolidWorks 中，既可以生成曲面，也可以对生成的曲面进行编辑。编辑曲面的命令可以通过菜单命令进行选择，也可以通过工具栏进行调用。

### 7.3.1 圆角曲面

使用圆角将曲面实体中以一定角度相交的两个相邻面之间的边线进行平滑过渡，则生成的圆角称为圆角曲面。

#### 1. 圆角曲面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的【圆角】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【圆角】菜单命令，系统弹出【圆角】属性管理器，如图 7-121 所示。

圆角曲面命令与圆角特征命令基本相同，在此不再赘述。

#### 2. 生成圆角曲面的操作步骤


(1) 单击【曲面】工具栏中的【圆角】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【圆角】菜单命令，系统打开【圆角】属性管理器。在【圆角类型】选项组中，选中【面圆角】单选按钮；在【圆角项目】选项组中，单击【面组 1】选择框，在图形区域选择如图 7-122 所示的面 1，单击【面组 2】选择框，在图形区域选择如图 7-122 所示的面 2，其他设置如图 7-123 所示。



图 7-121 【圆角】属性管理器

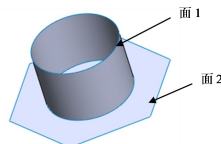



图 7-122 选择曲面

(2) 此时在图形区域会显示圆角曲面的预览，注意箭头指示的方向，如果方向不正确，系统会提示错误或者生成不同效果的面圆角。单击【确定】按钮，生成圆角曲面。

如图 7-124 所示为面圆角箭头指示的方向，如图 7-125 所示为其生成面圆角曲面后的图形，如图 7-126 所示为面圆角箭头指示的另一方向，如图 7-127 所示为其生成面圆角曲面

后的图形。



图 7-123 【圆角】的属性设置

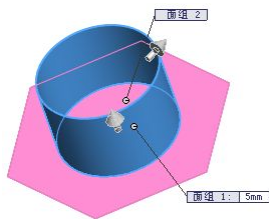


图 7-124 面圆角指示的方向

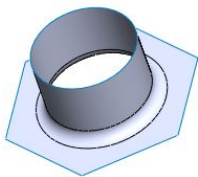


图 7-125 生成面圆角曲面

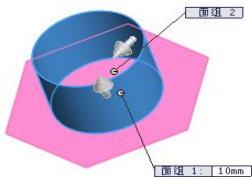


图 7-126 面圆角指示的方向

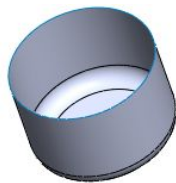


图 7-127 生成面圆角曲面



在生成圆角曲面时，圆角处理的是曲面实体的边线，可以生成多半径圆角曲面。圆角曲面只能在曲面和曲面之间生成，不能在曲面和实体之间生成。


### 7.3.2 填充曲面

在现有模型边线、草图或者曲线定义的边界内生成带任何边数的曲面修补，被称为填充曲面。填充曲面可以用来构造填充模型中缝隙的曲面。


通常在以下几种情况中使用填充曲面：

- (1) 纠正没有正确输入到 SolidWorks 中的零件。
- (2) 填充用于型心和型腔造型的零件中的孔。
- (3) 构建用于工业设计应用的曲面。
- (4) 生成实体模型。
- (5) 用于包括作为独立实体的特征或者合并这些特征。

#### 1. 填充曲面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的  【填充曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【填充】菜单命令，系统弹出【填充曲面】属性管理器，如图 7-128 所示。

##### (1) 【修补边界】选项组。

-  【修补边界】：定义所应用的修补边线。对于曲面或者实体边线，可以使用 2D 和 3D 草图作为修补的边界；对于所有草图边界，只可以设置【曲率控制】类型为【相触】。
- 【交替面】：只在实体模型上生成修补时使用，用于控制修补曲率的反转边界面。

- **【曲率控制】**: 在生成的修补上进行控制, 可以在同一修补中应用不同的曲率控制, 其选项如图 7-129 所示。




图 7-128 【填充曲面】属性管理器



图 7-129 【曲率控制】选项

- **【应用到所有边线】**: 可以将相同的曲率控制应用到所有边线中。
- **【优化曲面】**: 用于对曲面进行优化, 其潜在优势包括加快重建时间以及当与模型中的其他特征一起使用时增强稳定性。
- **【显示预览】**: 以上色方式显示曲面填充预览。
- **【预览网格】**: 在修补的曲面上显示网格线以直观地观察曲率的变化。




## (2) 【约束曲线】选项组。


-  **【约束曲线】**: 在填充曲面时添加斜面控制, 主要用于工业设计中, 可以使用如草图点或者样条曲线等草图实体生成约束曲线。

## (3) 【选项】选项组。

- **【修复边界】**: 可以自动修复填充曲面的边界。
- **【合并结果】**: 如果边界至少有一个边线是开环薄边, 则启用此复选框, 可以用边线所属的曲面进行缝合。
- **【尝试形成实体】**: 如果边界实体都是开环边线, 可以启用此复选框生成实体。在默认情况下, 此复选框以灰色显示。
- **【反向】**: 此复选框用于纠正填充曲面时不符合填充需要的方向。

## 2. 生成填充曲面的操作步骤

(1) 单击【曲面】工具栏中的【填充曲面】按钮或者选择【插入】|【曲面】|【填充】菜单命令, 系统弹出【填充曲面】属性管理器。在【修补边界】选项组中, 单击【修补边界】选择框, 在图形区域选择如图 7-130 所示的边线 1, 其他设置如图 7-131 所示。单击【确定】按钮, 生成填充曲面, 如图 7-132 所示。

(2) 在填充曲面时, 可以选择不同的曲率控制类型, 使填充曲面更加平滑。在【修补边界】选项组中, 设置【曲率控制】类型为【曲率】, 如图 7-133 所示, 单击【确定】按钮, 生成填充曲面, 如图 7-134 所示。



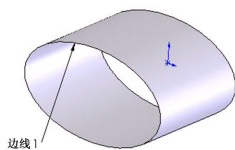


图 7-130 选择边线



图 7-131 【填充曲面】的属性设置

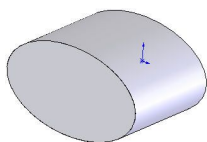



图 7-132 生成填充曲面



图 7-133 设置【曲率控制】类型为【曲率】

(3) 在【修补边界】选项组中，单击【交替面】按钮，单击  【确定】按钮，生成填充曲面，如图 7-135 所示。

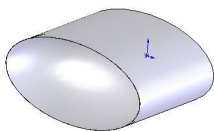


图 7-134 生成填充曲面

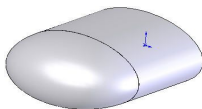


图 7-135 生成填充曲面

### 7.3.3 中面

在实体上选择合适的双对面，在双对面之间可以生成中面。合适的双对面必须处处等距，且属于同一实体。例如，两个平行的基准面或者两个同心圆柱面即是合适的双对面。中面对在有限元素造型中生成二维元素网格很有帮助。在 SolidWorks 中可以生成以下中面。

(1) 单个：在图形区域选择单个等距面生成中面。

(2) 多个：在图形区域选择多个等距面生成中面。

(3) 所有：单击【中面】属性设置中的【查找双对面】按钮，系统会自动选择模型上所有合适的等距面以生成所有等距面的中面。

#### 1. 中面的属性设置

选择【插入】|【曲面】|【中面】菜单命令，系统打开【中面 1】属性管理器，如图 7-136 所示。

(1) 【选择】选项组。

- 【面 1】：选择生成中间面的其中一个面。
- 【面 2】：选择生成中间面的另一个面。

- **【查找双对面】**: 单击此按钮, 系统会自动查找模型中合适的双对面, 并自动过滤不合适的双对面。
  - **【识别阈值】**: 由**【阈值运算符】**和**【阈值厚度】**两部分组成, 如图 7-137 所示。**【阈值运算符】**为数学操作符, **【阈值厚度】**为壁厚数值。
  - **【定位】**: 设置生成中间面的位置。系统默认的位置为从**【面 1】**开始的 50% 位置处。
- (2) **【选项】**选项组。
- **【缝合曲面】**: 将中间面和临近面缝合; 若取消启用该复选框, 则保留单个曲面。



图 7-136 【中面 1】属性管理器



图 7-137 【识别阈值】参数

## 2. 生成中面的操作步骤

选择**【插入】|【曲面】|【中面】**菜单命令, 系统弹出**【中面 1】**属性管理器。在**【选择】**选项组中, 单击**【面 1】**选择框, 在图形区域选择如图 7-138 所示的面 1, 单击**【面 2】**选择框, 在图形区域选择如图 7-138 所示的面 2, 设置**【定位】**为 50%, 单击**【确定】**按钮, 生成中面, 如图 7-139 所示。

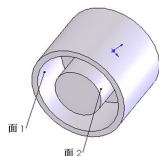


图 7-138 选择面

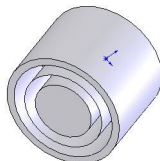


图 7-139 生成中面



生成中面的两个面必须位于同一实体中, **【定位】**从**【面 1】**开始, 位于**【面 1】**和**【面 2】**之间, 即**【定位】**数值必须小于 1。

## 7.3.4 延伸曲面

将现有曲面的边缘沿着切线方向进行延伸所形成的曲面称为延伸曲面。


### 1. 延伸曲面的属性设置

单击**【曲面】**工具栏中的**【延伸曲面】**按钮或者选择**【插入】|【曲面】|【延伸曲面】**菜单命令, 系统弹出**【延伸曲面】**属性管理器, 如图 7-140 所示。

(1) **【拉伸的边线/面】**选项组。

- **【所选面/边线】**: 在图形区域选择延伸的边线或者面。



(2) **【终止条件】**选项组。

- **【距离】**: 按照设置的  **【距离】** 数值确定延伸曲面的距离。
- **【成形到某一点】**: 在图形区域选择某一点, 将曲面延伸到指定的点。
- **【成形到某一面】**: 在图形区域选择某一面, 将曲面延伸到指定的面。

### (3) 【延伸类型】选项组。

- **【同一曲面】**: 以原有曲面的曲率沿曲面的几何体进行延伸。
- **【线性】**: 沿指定的边线相切于原有曲面进行延伸。

## 2. 生成延伸曲面的操作步骤

(1) 单击 **【曲面】** 工具栏中的  **【延伸曲面】** 按钮或者选择 **【插入】|【曲面】|【延伸曲面】** 菜单命令, 系统弹出 **【延伸曲面】** 属性管理器。在 **【拉伸的边线/面】** 选项组中, 单击 **【所选面/边线】** 选择框, 在图形区域选择如图 7-141 所示的边线 1; 在 **【终止条件】** 选项组中, 选中 **【距离】** 单选按钮, 设置 **【距离】** 为 20mm; 在 **【延伸类型】** 选项组中, 选中 **【同一曲面】** 单选按钮, 其他设置如图 7-142 所示。单击  **【确定】** 按钮, 生成延伸曲面, 如图 7-143 所示。

(2) 在 **【延伸类型】** 选项组中, 选中 **【线性】** 单选按钮, 生成延伸曲面, 如图 7-144 所示。



图 7-140 【延伸曲面】属性管理器

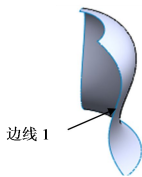


图 7-141 选择边线



图 7-142 【延伸曲面】的属性设置



图 7-143 生成延伸曲面




图 7-144 生成延伸曲面

## 7.3.5 剪裁曲面

可以使用曲面、基准面或者草图作为剪裁工具剪裁相交曲面, 也可以将曲面和其他曲面配合使用, 相互作为剪裁工具。

### 1. 剪裁曲面的属性设置


单击 **【曲面】** 工具栏中的  **【剪裁曲面】** 按钮或者单击 **【插入】|【曲面】|【剪裁曲面】** 菜单命令, 系统打开 **【剪裁曲面】** 属性管理器, 如图 7-145 所示。

#### (1) 【剪裁类型】选项组。

- **【标准】**: 使用曲面、草图实体、曲线或者基准面等剪裁曲面。

- **【相互】**：使用曲面本身剪裁多个曲面。


(2) **【选择】** 选项组。

-  **【剪裁工具】**：在图形区域选择曲面、草图实体、曲线或者基准面作为剪裁其他曲面的工具。
- **【保留选择】**：设置剪裁曲面中选择的部分为要保留的部分。
- **【移除选择】**：设置剪裁曲面中选择的部分为要移除的部分。

(3) **【曲面分割选项】** 选项组。

- **【分割所有】**：显示曲面中的所有分割。
- **【自然】**：强迫边界边线随曲面形状变化。
- **【线性】**：强迫边界边线随剪裁点的线性方向变化。

## 2. 生成【标准】类型剪裁曲面的操作步骤

(1) 单击**【曲面】**工具栏中的 **【剪裁曲面】**按钮或者选择**【插入】|【曲面】|【剪裁曲面】**菜单命令，系统弹出**【剪裁曲面】**属性管理器。




(2) 在**【剪裁类型】**选项组中，选中**【标准】**单选按钮；在**【选择】**选项组中，单击 **【剪裁工具】**选择框，在图形区域选择如图 7-146 所示的曲面 2（图中显示为曲面-拉伸 2），选中**【保留选择】**单选按钮，再单击 **【保留的部分】**选择框，在图形区域选择如图 7-146 所示的曲面 1（图中显示为曲面-拉伸 3-剪裁 0），其他设置如图 7-147 所示。单击 **【确定】**按钮，生成剪裁曲面，如图 7-148 所示。



图 7-145 【剪裁曲面】属性管理器

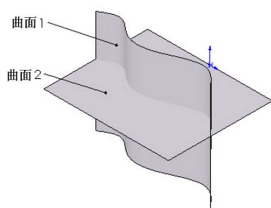



图 7-146 选择曲面

## 3. 生成【相互】类型剪裁曲面的操作步骤

(1) 单击**【曲面】**工具栏中的 **【剪裁曲面】**按钮或者选择**【插入】|【曲面】|【剪裁曲面】**菜单命令，系统弹出**【剪裁曲面】**属性管理器。


(2) 在**【剪裁类型】**选项组中，选中**【相互】**单选按钮；在**【选择】**选项组中，单击**【剪裁曲面】**选择框，在图形区域选择如图 7-149 所示的曲面 1 和曲面 2，选中**【保留选择】**单选按钮，再单击**【保留的部分】**选择框，在图形区域选择如图 7-149 所示的曲面 1 和曲面 2，其他设置如图 7-150 所示。单击 **【确定】**按钮，生成剪裁曲面，如图 7-149 所示。



图 7-147 【剪裁曲面】的属性设置

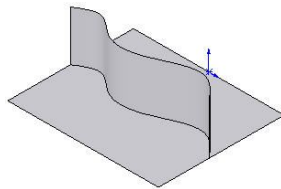


图 7-148 生成剪裁曲面

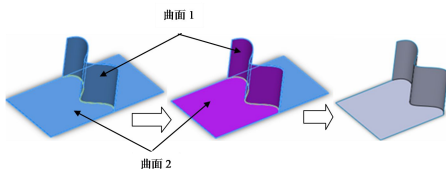


图 7-149 生成剪裁曲面



图 7-150 【剪裁曲面】的属性设置

### 7.3.6 替换面

利用新曲面实体替换曲面或者实体中的面，这种方式称为替换面。替换曲面实体不必与旧的面具有相同的边界。在替换面时，原来实体中的相邻面自动延伸并剪裁到替换曲面实体。

其使用方式如下：

- (1) 以一个曲面实体替换另一个或者一组相连的面。
- (2) 在单一操作中，用一个相同的曲面实体替换一组以上相连的面。
- (3) 在实体或者曲面实体中替换面。

替换曲面实体可以是以下几种类型：


- (1) 任何类型的曲面特征，如拉伸曲面、放样曲面等。
- (2) 缝合曲面实体或者复杂的输入曲面实体。


(3) 通常情况下，替换曲面实体比要替换的面大。当替换曲面实体比要替换的面小时，替换曲面实体会自动延伸以与相邻面相交。

替换曲面实体通常具有以下特点：

- (1) 必须相连。
- (2) 不必相切。



#### 1. 替换面的属性设置

单击【曲面】工具栏中的  【替换面】按钮或者选择【插入】|【面】|【替换】菜单命令，系统打开【替换面】属性管理器，如图 7-151 所示。

(1)  【替换的目标面】: 在图形区域选择曲面、草图实体、曲线或者基准面作为要替换的面。

(2)  【替换曲面】: 选择替换曲面实体。

## 2. 生成替换面的操作步骤

(1) 单击【曲面】工具栏中的  【替换面】按钮或者选择【插入】|【面】|【替换】菜单命令, 系统弹出【替换面】属性管理器。在【替换参数】选项组中, 单击【替换的目标面】选择框, 在图形区域选择如图 7-152 所示的面 1 和面 2, 单击【替换曲面】选择框, 在图形区域选择如图 7-152 所示的曲面 3, 其他设置如图 7-153 所示。单击  【确定】按钮, 生成替换面, 如图 7-154 所示。

(2) 用鼠标右键单击替换面, 在弹出的菜单中选择【隐藏】命令, 如图 7-155 所示。替换的目标面被隐藏, 如图 7-156 所示。



图 7-151 【替换面】属性管理器

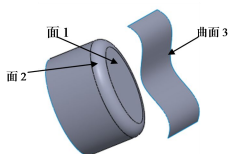


图 7-152 选择面



图 7-153 【替换面】的属性设置

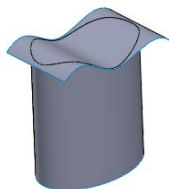


图 7-154 生成替换面

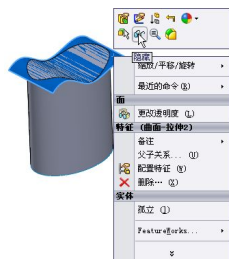


图 7-155 快捷菜单




图 7-156 隐藏面

## 7.3.7 删除面


删除面是将存在的面删除并进行编辑。

### 1. 删除面的属性设置

使用【曲面】工具栏中的  【删除面】按钮或者选择【插入】|【面】|【删除】菜单命令, 系统打开【删除面】属性管理器, 如图 7-157 所示。

(1) 【选择】选项组。





-  【要删除的面】：在图形区域选择要删除的面。

## (2) 【选项】选项组。

- 【删除】：从曲面实体删除面或者从实体中删除一个或者多个面以生成曲面。
- 【删除并修补】：从曲面实体或者实体中删除一个面，并自动对实体进行修补和剪裁。
- 【删除并填补】：删除存在的面并生成单一面，可以填补任何缝隙。

## 2. 删除面的操作步骤

(1) 单击【曲面】工具栏中的【删除面】按钮或者选择【插入】|【面】|【删除】菜单命令，系统弹出【删除面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【要删除的面】选择框，在图形区域选择如图 7-158 所示的面 1；在【选项】选项组中，选中【删除】单选按钮，如图 7-159 所示。单击【确定】按钮，将选择的面删除，如图 7-160 所示。

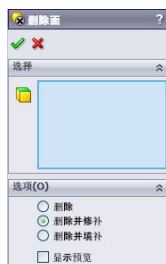


图 7-157 【删除面】属性管理器

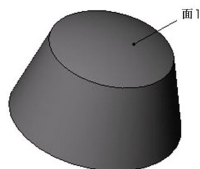


图 7-158 选择面

(2) 在【特征管理器设计树】中用鼠标右键单击【删除面 1】图标，在弹出的菜单中选择【编辑特征】命令，如图 7-161 所示。


(3) 系统打开【删除面 1】属性管理器，其他设置保持不变，在【选项】选项组中，选中【删除并修补】单选按钮，如图 7-162 所示。单击【确定】按钮，删除并修补选择的面，如图 7-163 所示。



图 7-159 【删除面】的属性设置

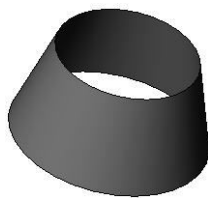


图 7-160 删除面



图 7-161 快捷菜单

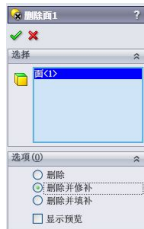


图 7-162 选中【删除并修补】单选按钮

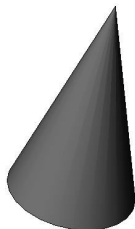


图 7-163 删除并修补面


(4) 重复第(2)步的操作, 系统弹出【删除面 1】属性管理器, 其他设置保持不变, 在【选项】选项组中, 选中【删除并填补】单选按钮, 如图 7-164 所示。单击  【确定】按钮, 删除并填充选择的面, 如图 7-165 所示。



图 7-164 选中【删除并填补】单选按钮

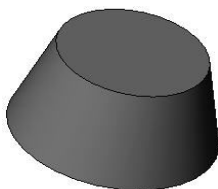


图 7-165 删除并填充面

## 7.4 设计范例

本例将制作如图 7-166 所示的面板。面板是三维曲面模型中比较典型的例子。通过本例, 读者应熟练掌握使用曲线和曲面命令生成复杂实体模型的过程。

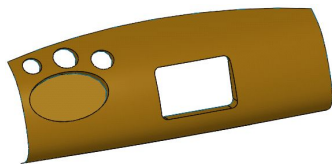








图 7-166 面板

### 7.4.1 生成面板的基体轮廓

(1) 启动中文版 SolidWorks 2011, 单击【标准】工具栏中的  【新建】按钮, 弹出【新建 SolidWorks 文件】对话框, 单击【零件】按钮, 单击  【确定】按钮。

(2) 选择【文件】|【另存为】菜单命令, 弹出【另存为】对话框, 在【文件名】文本框中输入“07 面板”, 单击【保存】按钮。

(3) 单击【特征管理器设计树】中的【前视基准面】图标, 使右视基准面成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的  【正视于】按钮, 并单击【草图】工具栏中的  【草图绘制】按钮, 进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的  【圆弧】按钮和  【智能尺寸】按钮, 绘制草图并标注尺寸, 如图 7-167 所示。

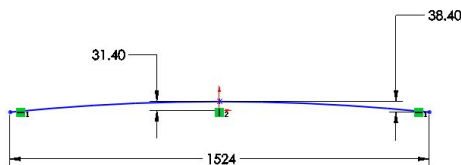


图 7-167 绘制草图

(4) 单击【参考几何体】工具栏中的  【基准面】按钮, 系统弹出【基准面】属性管理器。在【选择】选项组中, 单击  【参考实体】选择框, 在【特征管理器设计树】中单击【右视基准面】图标和曲线的端点, 生成基准面 1, 如图 7-168 所示。




(5) 单击【特征管理器设计树】中的【基准面 1】图标, 使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的  【正视于】按钮, 并单击【草图】工具栏中的  【草图绘制】按钮, 进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的  【样条曲线】按钮, 绘制草图如图 7-169 所示。



图 7-168 新建基准面

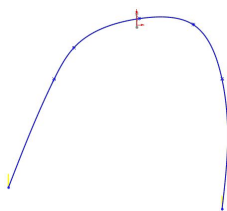


图 7-169 绘制草图

(6) 单击【曲面】工具栏中的 【扫描曲面】按钮，系统弹出【曲面-扫描】属性管理器，在【轮廓和路径】选项组中，单击 【轮廓】选择框，在图形区域选择草图中的曲线 2，单击 【路径】选择框，在图形区域选择草图中的曲线 1；在【选项】选项组中，设置【方向/扭转控制】为【保持法向不变】，单击 【确定】按钮，如图 7-170 所示。

(7) 单击 【3D 草图】按钮，在绘图区绘制草图，如图 7-171 所示。



图 7-170 扫描曲面特征



图 7-171 绘制草图

## 7.4.2 生成面板的凹孔

(1) 单击【参考几何体】工具栏中的 【基准面】按钮，系统弹出【基准面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击 【参考实体】选择框，在【特征管理器设计树】中单击曲面和 3D 曲线的端点，生成基准面 2，如图 7-172 所示。

(2) 单击【特征管理器设计树】中的【基准面 2】图标，使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的 【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的 【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的 【椭圆】按钮和 【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 7-173 所示。



图 7-172 新建基准面

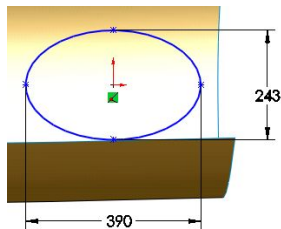








图 7-173 绘制草图

(3) 单击【曲面】工具栏中的 【拉伸曲面】按钮，系统弹出【曲面-拉伸】属性管理

器,在【方向1】选项组中,设定【终止条件】为【给定深度】,并设置【深度】为40mm,在【方向2】选项组中,设定【终止条件】为【给定深度】,并设置【深度】为85mm,如图7-174所示。

(4) 单击【曲面】工具栏中的【剪裁曲面】按钮,系统弹出【剪裁曲面】属性管理器。在【选择】选项组中,单击【剪裁曲面】选择框,在图形区域选择拉伸曲面1和扫描曲面1,选中【保留选择】单选按钮,并单击【保留的部分】选择框,在图形区域选择要保留的部分,单击【确定】按钮,生成剪裁曲面,如图7-175所示。

(5) 单击【曲面】工具栏中的【平面工具】按钮,系统弹出【平面工具】属性管理器。在【边界实体】选项组中,在图形区域选择曲面的边线,单击【确定】按钮,生成剪裁曲面,如图7-176所示。

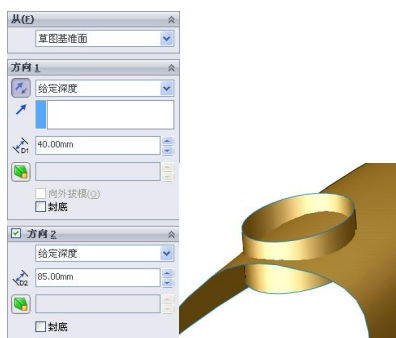


图 7-174 拉伸曲面特征

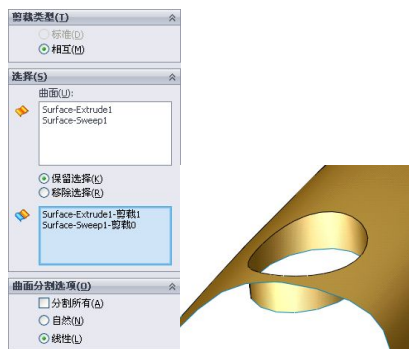






图 7-175 剪裁曲面特征

(6) 单击【特征管理器设计树】中的【前视基准面】图标,使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮,并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮,进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【椭圆】按钮和【智能尺寸】按钮,绘制草图并标注尺寸,如图7-177所示。

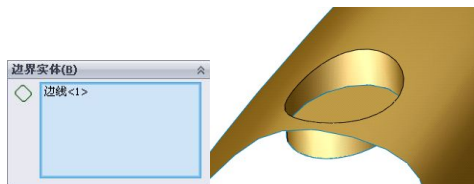


图 7-176 平面工具特征

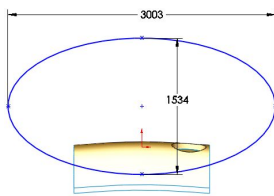






图 7-177 绘制草图

(7) 单击【曲面】工具栏中的【剪裁曲面】按钮,系统弹出【剪裁曲面】属性管理器。在【选择】选项组中,单击【剪裁工具】选择框,在图形区域选择刚绘制的曲线,选中【保留选择】单选按钮,并单击【保留的部分】选择框,在图形区域选择要保留的部分,单击【确定】按钮,生成剪裁曲面,如图7-178所示。

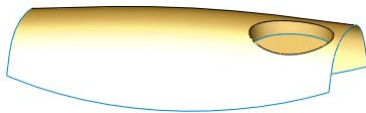


图 7-178 剪裁曲面特征

### 7.4.3 生成面板的三孔

(1) 单击曲面的底面，使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视图】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【圆弧】按钮和【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 7-179 所示。

(2) 单击【曲面】工具栏中的【拉伸曲面】按钮，系统弹出【曲面-拉伸】属性管理器，在【方向 1】选项组中，设定【终止条件】为【给定深度】，并设置【深度】为 205mm，在【方向 2】选项组中，设定【终止条件】为【给定深度】，并设置【深度】为 60mm，单击【确定】按钮，生成拉伸曲面，如图 7-180 所示。

(3) 单击【曲面】工具栏中的【剪裁曲面】按钮，系统弹出【剪裁曲面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【剪裁工具】选择框，在图形区域选择拉伸曲面 2 和剪裁曲面 2，选中【保留选择】单选按钮，并单击【保留的部分】选择框，在图形区域选择要保留的部分，生成剪裁曲面，如图 7-181 所示。

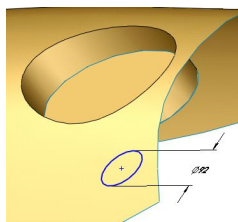


图 7-179 绘制草图

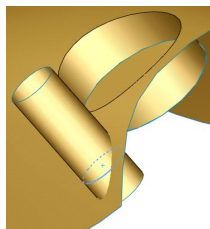


图 7-180 拉伸曲面特征

(4) 单击曲面的底面，使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视图】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【圆弧】按钮和【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 7-182 所示。

(5) 单击【曲面】工具栏中的【拉伸曲面】按钮，系统弹出【曲面-拉伸】属性管理

器,在【方向1】选项组中,设定【终止条件】为【给定深度】,并设置【深度】为327mm,在【方向2】选项组中,设定【终止条件】为【给定深度】,并设置【深度】为95mm,单击 $\checkmark$ 【确定】按钮,生成拉伸曲面,如图7-183所示。



图 7-181 剪裁曲面特征

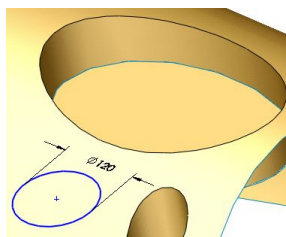


图 7-182 绘制草图

(6) 单击【曲面】工具栏中的 $\text{✂}$ 【剪裁曲面】按钮,系统弹出【剪裁曲面】属性管理器。在【选择】选项组中,单击 $\text{✂}$ 【剪裁曲面】选择框,在图形区域选择拉伸曲面3和剪裁曲面3,选中【保留选择】单选按钮,并单击 $\text{✂}$ 【保留的部分】选择框,在图形区域选择要保留的部分,生成剪裁曲面,如图7-184所示。

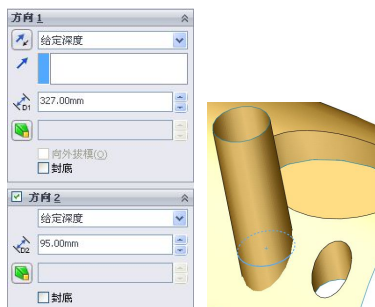


图 7-183 拉伸曲面特征



图 7-184 剪裁曲面特征

(7) 单击曲面的底面,使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的 $\text{⬇}$ 【正视图】按钮,并单击【草图】工具栏中的 $\text{✎}$ 【草图绘制】按钮,进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的 $\text{⦶}$ 【圆弧】按钮和 $\text{✎}$ 【智能尺寸】按钮,绘制草图并标注尺寸,如图7-185所示。

(8) 单击【曲面】工具栏中的 $\text{✂}$ 【拉伸曲面】按钮,系统弹出【曲面-拉伸】属性管理器,在【方向1】选项组中,设定【终止条件】为【给定深度】,并设置【深度】为327mm,在【方向2】选项组中,设定【终止条件】为【给定深度】,并设置【深度】为48mm,单击 $\checkmark$ 【确定】按钮,生成拉伸曲面,如图7-186所示。

(9) 单击【曲面】工具栏中的 $\text{✂}$ 【剪裁曲面】按钮,系统弹出【剪裁曲面】属性管理器。在【选择】选项组中,单击 $\text{✂}$ 【剪裁工具】选择框,在图形区域选择拉伸曲面4和剪裁曲面4,选中【保留选择】单选按钮,并单击 $\text{✂}$ 【保留的部分】选择框,在图形区域选择要保留的部分,生成剪裁曲面,如图7-187所示。



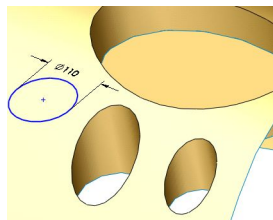


图 7-185 绘制草图

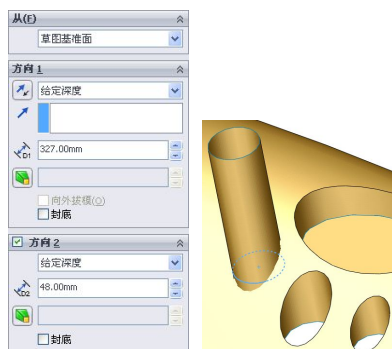


图 7-186 拉伸曲面特征



图 7-187 剪裁曲面特征

#### 7.4.4 生成面板的方孔

(1) 单击【特征管理器设计树】中的【上视基准面】图标，使上视基准面成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。单击【草图】工具栏中的【直线】按钮、【圆弧】按钮和【智能尺寸】按钮，绘制草图并标注尺寸，如图 7-188 所示。

(2) 单击【曲面】工具栏中的【拉伸曲面】按钮，系统弹出【曲面-拉伸】属性管理器，在【方向 1】选项组中，设定【终止条件】为【给定深度】，并设置【深度】为 222mm，在【方向 2】选项组中，设定【终止条件】为【给定深度】，并设置【深度】为 38.1mm，单击【确定】按钮，生成拉伸曲面，如图 7-189 所示。

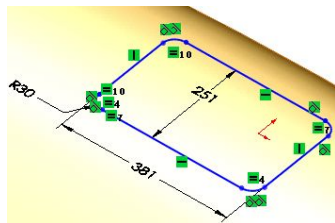









图 7-188 绘制草图



图 7-189 拉伸曲面特征

(3) 单击【曲面】工具栏中的【剪裁曲面】按钮，系统弹出【剪裁曲面】属性管理器。在【选择】选项组中，单击【剪裁曲面】选择框，在图形区域选择拉伸曲面 5 和剪裁曲面 5，选中【保留选择】单选按钮，并单击【保留的部分】选择框，在图形区域选择要保留的部分，生成剪裁曲面，如图 7-190 所示。

(4) 选择【插入】|【凸台/基体】|【加厚】菜单命令，系统弹出【加厚】属性管理器，在【加厚参数】选项组中，单击【要加厚的曲面】选择框，在图形区域选择缝合曲面后的图形，单击【加厚侧边 2】按钮（即外侧加厚），设置【厚度】为 1mm。单击【确定】按钮，加厚曲面，如图 7-191 所示。

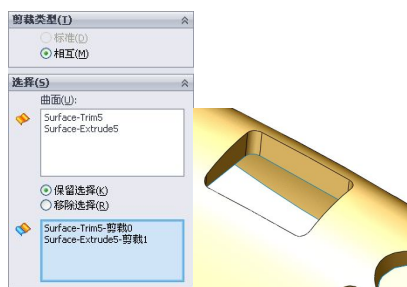


图 7-190 剪裁曲面特征

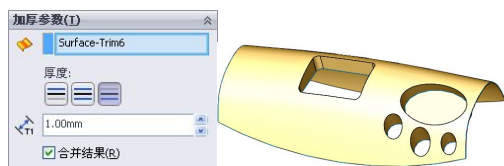


图 7-191 加厚特征

## 第 8 章 装配体设计和动画

装配是 SolidWorks 三大基本功能之一，装配体文件的首要功能是描述产品零件之间的配合关系，除此之外，装配环境还提供干涉检查、爆炸视图、轴测剖视图、压缩状态和装配统计等。另外，本章还将介绍 SolidWorks Motion 插件，它是一个与 SolidWorks 完全集成的动画制作软件，其最大特点在于能够方便地制作出丰富的动画效果以演示产品的外观和性能，从而增强客户与企业之间的交流。

装配体可以生成由许多零部件所组成的复杂装配体，这些零部件可以是零件或者其他装配体，被称为子装配体。对于大多数操作而言，零件和装配体的行为方式是相同的。当在 SolidWorks 中打开装配体时，将查找零部件文件以便在装配体中显示，同时零部件中的更改将自动反映在装配体中。

为了使我们的工作更加智能和快速，SolidWorks 2010 版本在装配体方面做了很大提升，新增的装配可视化管理、镜像装配、虚拟件的处理，以及提升性能的 Speed pak，这些切实高效的技术会给用户带来新的体验。

另外，灵活运用装配体中的干涉检查、爆炸视图、轴测剖视图、压缩状态和装配统计等功能，可以有效地判断零部件在虚拟现实中的装配关系和干涉位置等，为装配体的虚拟设计提供强大的分析性能。

### 8.1 设计装配体

装配体可以生成由许多零部件所组成的复杂装配体，这些零部件可以是零件或者其他装配体，被称为子装配体。对于大多数操作而言，零件和装配体的行为方式是相同的。当在 SolidWorks 中打开装配体时，将查找零部件文件以便在装配体中显示，同时零部件中的更改将自动反映在装配体中。

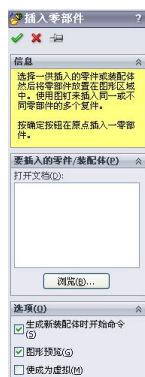



图 8-1 【开始装配体】属性管理器

#### 8.1.1 插入零部件的属性设置

单击【装配体】工具栏中的  【插入零部件】按钮，或者选择【插入】|【零部件】|【现有零件/装配体】菜单命令，装配体文件会在【插入零部件】属性管理器中显示出来，如图 8-1 所示。

##### 1. 【要插入的零件/装配体】选项组

通过单击【浏览】按钮打开现有零件文件。

##### 2. 【选项】选项组

(1)【生成新装配体时开始命令】：当生成新装配体时，

选择以打开此属性设置。

(2)【图形预览】：在图形区域看到所选文件的预览。

在图形区域单击鼠标左键，将零件添加到装配体。可以固定零部件的位置，这样零部件就不能相对于装配体原点进行移动。在默认情况下，装配体中的第一个零部件是固定的，

但是可以随时使之浮动。



至少有一个装配体零部件是固定的，或者与装配体基准面（或者原点）具有配合关系，这样可以为其余的配合提供参考，而且可以防止零部件在添加配合关系时意外地被移动。

其注意事项如下：

- (1) 在【特征管理器设计树】中，一个固定的零部件有一个(固定)符号出现在其名称之前。
- (2) 在【特征管理器设计树】中，一个浮动且欠定义的零部件有一个(浮)符号出现在其名称之前。
- (3) 完全定义的零部件则没有任何前缀。



不能在零部件阵列中固定或者浮动实例。

### 8.1.2 设计装配体的两种方式

装配体文件的建立途径如下。

#### 1. 自下而上设计装配体

自下而上设计法是比较传统的方法，先设计并造型零件，然后将其插入装配体，接着使用配合来定位零件。若想更改零件，必须单独编辑零件，更改完成后可在装配体中看见。

自下而上设计法对于先前建造、现售的零件，或者对于诸如金属器件、皮带轮、电动机等之类的标准零部件是优先技术，这些零件不根据设计而更改其形状和大小，除非选择不同的零部件。

#### 2. 自上而下设计装配体

在自上而下装配体设计中，零件的一个或多个特征由装配体中的某项定义，如布局草图或另一零件的几何体。设计意图（特征大小、装配体中零部件的放置，与其他零件的靠近等）来自顶层（装配体）并下移（到零件中），因此称为“自上而下”。例如，当使用拉伸命令在塑料零件上生成定位销时，可选择成形到面选项并选择线路板的底面（不同零件）。该选择将使定位销长度刚好接触线路板，即使线路板在将来设计更改中移动。这样销钉的长度在装配体中定义，而不被零件中的静态尺寸所定义。

可使用一些或所有自上而下设计法中的某些方法：

- 从上述定位销情形中可以看出，单个特征可通过参考装配体中的其他零件进行自上而下设计，而在自下而上设计中，在单独窗口中建造零件，且此窗口中只可看到零件。
- 完整零件可通过在关联装配体中创建新零部件而以自上而下方法建造。用户所建造的零部件实际上附加（配合）到装配体中的另一现有零部件。用户所建造零部件的几何体基于现有零部件。该方法对于像托架和器具之类的零件较有用，它们大多或完全依赖其他零件来定义其形状和大小。

- 整个装配体亦可自上而下设计，先通过建造定义零部件位置、关键尺寸等的布局草图，接着使用以上方法之一建造 3D 零件，这样 3D 零件遵循草图的大小和位置。草图的速度和灵活性可在建造任何 3D 几何体之前快速尝试数个设计版本。即使在建造 3D 几何体后，草图也可让用户在一个中心位置进行大量更改。

## 8.2 装配体的干涉检查


在一个复杂装配体中，如果用视觉检查零部件之间是否存在干涉的情况是一件困难的事情。

### 8.2.1 干涉检查的功能

在 SolidWorks 中，装配体可以进行干涉检查，其功能如下：

- (1) 决定零部件之间的干涉。
- (2) 显示干涉的真实体积为上色体积。
- (3) 更改干涉和不干涉零部件的显示设置以更好地查看干涉。
- (4) 选择忽略需要排除的干涉，如紧密配合、螺纹扣件的干涉等。
- (5) 选择将实体之间的干涉包括在多实体零件中。
- (6) 选择将子装配体看成单一零部件，这样子装配体零部件之间的干涉将不报出。
- (7) 将重合干涉和标准干涉区分开。

### 8.2.2 干涉检查的属性设置

单击【装配体】工具栏中的【干涉检查】按钮或者选择【工具】|【干涉检查】菜单命令，系统打开【干涉检查】属性管理器，如图 8-2 所示。

#### 1. 【所选零部件】选项组

(1) **【要检查的零部件】**：显示为干涉检查所选择的零部件。根据默认设置，除非预选了其他零部件，顶层装配体将出现在选择框中。当检查一个装配体的干涉情况时，其所有零部件都将被检查。如果选择单一零部件，将只报告出涉及该零部件的干涉。如果选择两个或者多个零部件，则只报告出所选零部件之间的干涉。

(2) **【计算】**：单击此按钮，检查干涉情况。

检测到的干涉显示在【结果】列表框中，干涉的体积数值显示在每个列举项的右侧，如图 8-3 所示。

#### 2. 【结果】选项组

(1) **【忽略】、【解除忽略】**：为所选干涉在【忽略】和【解除忽略】模式之间进行转换。如果设置干涉为【忽略】，则会在以后的干涉计算中始终保持在【忽略】模式中。

(2) **【零部件视图】**：按照零部件名称而非干涉标号显示干涉。

在【结果】选项组中，可以进行如下操作。

- (1) 选择某干涉，使其在图形区域以红色高亮显示。

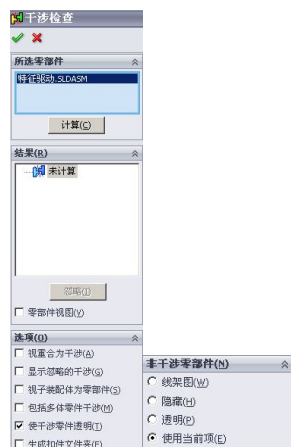


图 8-2 【干涉检查】属性管理器



图 8-3 被检测到的干涉

(2) 展开干涉以显示互相干涉的零部件的名称，如图 8-4 所示。

(3) 用鼠标右键单击某干涉，在弹出的菜单（如图 8-5 所示）中选择【放大所选范围】命令，在图形区域放大干涉。

(4) 用鼠标右键单击某干涉，在弹出的菜单中选择【忽略】命令。

(5) 用鼠标右键单击某忽略的干涉，在弹出的菜单（如图 8-6 所示）中选择【解除忽略】命令。



图 8-4 展开干涉

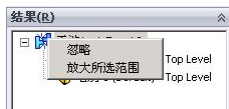


图 8-5 快捷菜单

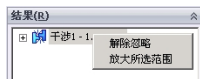


图 8-6 快捷菜单

### 3. 【选项】选项组

(1) 【视重合为干涉】：将重合实体报告为干涉。

(2) 【显示忽略的干涉】：显示在【结果】选项组中被设置为忽略的干涉。取消启用此复选框时，忽略的干涉将不被列举。

(3) 【视子装配体为零部件】：取消启用此复选框时，子装配体被看做单一零部件，子装配体零部件之间的干涉将不被报告。

(4) 【包括多体零件干涉】：报告多实体零件中实体之间的干涉。

(5) 【使干涉零件透明】：以透明模式显示所选干涉的零部件。

(6) 【生成扣件文件夹】：将扣件（如螺母和螺栓等）之间的干涉隔离为在【结果】选项组中的单独文件夹。

### 4. 【非干涉零部件】选项组

以所选模式显示非干涉的零部件，包括【线架图】、【隐藏】、【透明】、【使用当前项】。

## 8.2.3 干涉检查的操作步骤

(1) 单击【装配体】工具栏中的【干涉检查】按钮或者选择【工具】|【干涉检查】



菜单命令，系统打开【干涉检查】属性管理器。装配体的名称自动显示在【所选零部件】选项组中，单击【计算】按钮，【结果】选项组中将显示装配体的干涉体积，如图 8-7 所示。

(2) 单击某干涉，在图形区域会将干涉区域高亮显示（图中深色区域），如图 8-8 所示。



图 8-7 【干涉检查】的属性设置

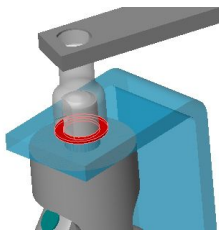


图 8-8 高亮显示干涉体积

## 8.3 装配体爆炸视图

出于制造的目的，经常需要分离装配体中的零部件以形象地分析它们之间的相互关系。装配体的爆炸视图可以分离其中的零部件以便查看该装配体。



在装配体爆炸时，不能为其添加配合。

一个爆炸视图由一个或者多个爆炸步骤组成，每一个爆炸视图保存在所生成的装配体配置中，而每一个配置都可以有一个爆炸视图。可以通过在图形区域选择和拖动零部件的方式生成爆炸视图。

在爆炸视图可以进行如下操作。

(1) 自动均分爆炸成组的零部件（如硬件和螺栓等）。

(2) 附加新的零部件到另一个零部件的现有爆炸步骤中。如果要添加一个零部件到已有爆炸视图的装配体中，这个方法很有用。

(3) 如果子装配体中有爆炸视图，则可以在更高级别的装配体中重新使用此爆炸视图。



图 8-9 【爆炸】属性管理器

### 8.3.1 爆炸视图的属性设置

单击【装配体】工具栏中的【爆炸视图】按钮或者选择【插入】|【爆炸视图】菜单命令，系统弹出【爆炸】属性管理器，如图 8-9 所示。



#### 1. 【爆炸步骤】列表框

该列表框显示现有的爆炸步骤。


**【爆炸步骤】：**爆炸到单一位置的一个或者多个所选零部件。

#### 2. 【设定】选项组

(1) **【爆炸步骤的零部件】：**显示当前爆炸步骤所选的零部件。




- (2) **【爆炸方向】**: 显示当前爆炸步骤所选的方向。
- (3)  **【反向】**: 改变爆炸的方向。
- (4)  **【爆炸距离】**: 显示当前爆炸步骤零部件移动的距离。
- (5) **【应用】**: 单击以预览对爆炸步骤的更改。
- (6) **【完成】**: 单击以完成新的或者已经更改的爆炸步骤。

### 3. 【选项】选项组

- (1) **【拖动后自动调整零部件间距】**: 沿轴心自动均匀地分布零部件组的间距。
- (2)  **【调整零部件链之间的间距】**: 调整零部件之间的距离。
- (3) **【选择子装配体的零件】**: 启用此复选框, 可以选择子装配体的单个零件; 取消启用此复选框, 可以选择整个子装配体。
- (4) **【重新使用子装配体爆炸】**: 使用先前在所选子装配体中定义的爆炸步骤。



## 8.3.2 编辑爆炸视图

### 1. 生成爆炸视图

- (1) 单击**【装配体】**工具栏中的 **【爆炸视图】**按钮或者选择**【插入】|【爆炸视图】**菜单命令, 系统打开**【爆炸】**属性管理器。
- (2) 在图形区域或者**【特征管理器设计树】**中, 选择一个或者多个零部件以将其包含在第一个爆炸步骤中, 一个三重轴出现在图形区域。零部件名称显示在**【设定】**选项组中的 **【爆炸步骤的零部件】**选择框中。
- (3) 将鼠标指针移动到指向零部件爆炸方向的重三轴臂杆上, 鼠标指针变为形状。
- (4) 拖动三重轴臂杆以爆炸零部件, 现有爆炸步骤显示在**【爆炸步骤】**列表框中。



可以拖动三重轴中心的球体, 将三重轴移动至其他位置。如果将三重轴放置在边线或者面上, 则三重轴的轴会对齐该边线或者面。


- (5) 在**【设定】**选项组中, 单击**【完成】**按钮,  **【爆炸步骤的零部件】**选择框被清除且为下一爆炸步骤作准备。
- (6) 根据需要生成更多爆炸步骤, 单击 **【确定】**按钮。

### 2. 自动调整零部件间距

- (1) 选择两个或者更多零部件。
- (2) 在**【选项】**选项组中, 启用**【拖动后自动调整零部件间距】**复选框。
- (3) 拖动三重轴臂杆以爆炸零部件。

当放置零部件时, 其中一个零部件保持在原位, 系统会沿着相同的轴自动调整剩余零部件的间距以使其相等。



可以更改自动调整的间距, 在**【选项】**选项组中, 移动 **【调整零部件链之间的间距】**滑杆即可。

### 3. 在装配体中使用子装配体的爆炸视图

(1) 选择先前已经定义爆炸视图的子装配体。

(2) 在【爆炸】属性管理器中，单击【重新使用子装配体爆炸】按钮，子装配体在图形区域爆炸，且子装配体爆炸视图的步骤显示在【爆炸步骤】列表框中。

### 4. 编辑爆炸步骤

在【爆炸步骤】选项组中，用鼠标右键单击某个爆炸步骤，在弹出的菜单中选择【编辑步骤】命令，根据需要进行以下修改。

(1) 拖动零部件以将它们重新定位。

(2) 选择零部件以添加到爆炸步骤。

(3) 更改【设定】选项组中的参数。

(4) 更改【选项】选项组中的参数。

单击【应用】按钮以预览更改的效果，然后单击【完成】按钮以完成此操作。

### 5. 从【爆炸步骤】选项组中删除零部件


在【爆炸步骤】选项组中展开某个爆炸步骤，用鼠标右键单击零部件，在弹出的菜单中选择【删除】命令。



### 6. 删除爆炸步骤

在【爆炸步骤】选项组中，用鼠标右键单击某个爆炸步骤，在弹出的菜单中选择【删除】命令。

## 8.3.3 生成爆炸视图的操作步骤

生成爆炸视图的操作步骤如下。

(1) 打开一个装配体文件，单击【装配体】工具栏中的【爆炸视图】按钮或者选择【插入】|【爆炸视图】菜单命令，系统弹出【爆炸】属性管理器。

(2) 在【设定】选项组中，单击图形区域装配体的一个零部件，则零部件名称显示在【爆炸步骤的零部件】选择框中，零件上显示一个三重轴，如图 8-10 所示，单击某一轴，设置【爆炸距离】为 100mm，如图 8-11 所示。

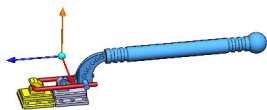


图 8-10 显示三重轴



图 8-11 设置【爆炸距离】数值

(3) 单击【应用】按钮，在图形区域显示出爆炸视图的预览，单击【完成】按钮，完成一个爆炸步骤，在【爆炸步骤】选项组中显示【爆炸步骤 1】，在图形区域显示出爆炸视图的效果，如图 8-12 所示。



(4) 用鼠标右键单击【爆炸步骤 1】，在弹出的菜单中选择【编辑步骤】命令，设置【爆炸距离】为 200mm，单击【确定】按钮，完成对爆炸视图的修改，如图 8-13 所示。



图 8-12 爆炸效果

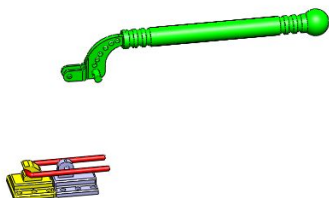


图 8-13 修改爆炸视图的效果

(5) 单击其他零件，重复第(2)步到第(4)步的操作，生成整个装配体的爆炸视图。

### 8.3.4 爆炸与解除爆炸

爆炸视图保存在生成爆炸图的装配体配置中，每一个装配体配置都可以有一个爆炸视图。

#### 1. 爆炸和解除爆炸的动态显示

切换到【配置管理器】选项卡，展开【爆炸视图】图标以查看爆炸步骤。

如果需要爆炸，可做如下操作。

(1) 双击【爆炸视图】图标。

(2) 用鼠标右键单击【爆炸视图】图标，在弹出的菜单（如图 8-14 所示）中选择【爆炸】命令。

(3) 用鼠标右键单击【爆炸视图】图标，在弹出的菜单（如图 8-14 所示）中选择【动画爆炸】命令，在装配体爆炸时显示【动画控制器】工具栏。

如果需要解除爆炸，用鼠标右键单击【爆炸视图】图标，在弹出的菜单（如图 8-15 所示）中选择【解除爆炸】命令。



图 8-14 快捷菜单



图 8-15 快捷菜单

#### 2. 生成爆炸和解除爆炸的操作步骤

(1) 切换到【配置管理器】选项卡，在【配置管理器】中弹出装配体的配置管理，如图 8-16 所示。

(2) 用鼠标右键单击【爆炸视图 1】图标，在弹出的菜单中选择【解除爆炸】命令，效果如图 8-17 所示。

(3) 用鼠标右键单击【爆炸视图 1】图标，在弹出的菜单中选择【爆炸】命令，效果如图 8-18 所示。



图 8-16 装配体的配置管理



图 8-17 解除爆炸

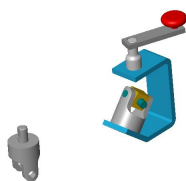


图 8-18 生成爆炸

## 8.4 装配体轴测剖视图

隐藏零部件、更改零件透明度等是观察装配体模型的常用手段，但在许多产品中零部件之间的空间关系非常复杂，具有多重嵌套关系，需要进行剖切才能便于观察其内部结构，借助 SolidWorks 中的装配体特征可以实现轴测剖视图的功能。

装配体特征是在装配体窗口中生成的特征实体，虽然装配体特征改变了装配体的形态，但并不对零件产生影响。装配体特征主要包括切除和孔，适用于展示装配体的剖视图。

### 8.4.1 轴测剖视图的属性设置

在装配体窗口中，选择【插入】|【装配体特征】|【切除】|【拉伸】菜单命令，系统弹出【切除-拉伸】属性管理器，如图 8-19 所示。

【特征范围】选项组通过选择特征范围以选择应包含在特征中的实体，从而应用特征到一个或者多个多实体零件中。



在添加这些特征前，必须先生成要添加多实体零件的模型。

(1) 【所有零部件】：每次特征重新生成时，都要应用到所有的实体。如果将被特征所交叉的新实体添加到模型上，则这些新实体也被重新生成以将该特征包括在内。

(2) 【所选零部件】：应用特征到选择的实体。

(3) 【自动选择】：当首先以多实体零件生成模型时，特征将自动处理所有相关的交叉零件。【自动选择】只处理初始清单中的实体，并不会重新生成整个模型。

(4) 【影响到的零部件】（在取消启用【自动选择】复选框时可用）：在图形区域选择受影响的实体，如图 8-20 所示。




图 8-19 【切除-拉伸】属性管理器



图 8-20 【影响到的零部件】参数

### 8.4.2 生成轴测剖视图的操作步骤

(1) 单击【草图】工具栏中的【矩形】按钮，在装配体的上表面绘制矩形草图。

(2) 在装配体窗口中，选择【插入】|【装配体特征】|【切除】|【拉伸】菜单命令，系统打开【切除-拉伸】属性管理器。在【方向1】选项组中，设置【终止条件】为【完全贯穿】，如图 8-21 所示，单击【确定】按钮，装配体将生成轴测剖视图，如图 8-22 所示。

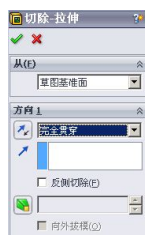


图 8-21 【切除-拉伸】属性设置

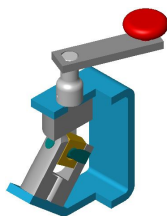


图 8-22 生成轴测剖视图

## 8.5 复杂装配体中零部件的压缩状态

根据某段时间内的工作范围，可以指定合适的零部件压缩状态，这样可以减少工作时装入和计算的数据量。装配体的显示和重建速度会更快，也可以更有效地使用系统资源。

### 8.5.1 压缩状态的种类

装配体零部件共有 3 种压缩状态。

#### 1. 还原

装配体零部件的正常状态。完全还原的零部件会完全装入内存，可以使用所有功能及模型数据并可以完全访问、选取、参考、编辑、在配合中使用其实体。

#### 2. 压缩

(1) 可以使用压缩状态暂时将零部件从装配体中移除（而不是删除），零部件不装入内存，也不再是装配体中有功能的部分，用户无法看到压缩的零部件，也无法选择这个零部件的实体。

(2) 一个压缩的零部件将从内存中移除，所以装入速度、重建模型速度和显示性能均有提高，由于减少了复杂程度，其余的零部件计算速度会更快。

(3) 压缩零部件包含的配合关系也被压缩，因此装配体中零部件的位置可能变为“欠定义”，参考压缩零部件的关联特征也可能受影响，当恢复压缩的零部件为完全还原状态时，可能会产生矛盾，所以在生成模型时必须小心使用压缩状态。

#### 3. 轻化

可以将将在装配体中激活的零部件完全还原或者轻化时装入装配体，零件和子装配体都可以为轻化。

(1) 当零部件完全还原时，其所有模型数据被装入内存。

(2) 当零部件为轻化时，只有部分模型数据被装入内存，其余的模型数据根据需要



被装入。

通过使用轻量化零部件，可以显著提高大型装配体的性能，将轻化的零部件装入装配体比将完全还原的零部件装入同一装配体速度更快，因为计算的数据少，包含轻量化零部件的装配体重建速度也更快。

零部件的完整模型数据只有在需要时才被装入，所以轻量化零部件的效率很高。只有受当前编辑进程中所作更改影响的零部件才被完全还原，可以对轻量化零部件不还原而进行多项装配体操作，包括添加（或者移除）配合、干涉检查、边线（或者面）选择、零部件选择、碰撞检查、装配体特征、注解、测量、尺寸、截面属性、装配体参考几何体、质量属性、剖面视图、爆炸视图、高级零部件选择、物理模拟、高级显示（或者隐藏）零部件等。零部件压缩状态的比较如表 8-1 所示。

表 8-1 零部件压缩状态比较表

	还 原	轻 化	压 缩	隐 藏
装入内存	是	部分	否	是
可见	是	是	否	否
在【特征管理器设计树】中可以使用的特征	是	否	否	否
可以添加配合关系的面和边线	是	是	否	否
解出的配合关系	是	是	否	是
解出的关联特征	是	是	否	是
解出的装配体特征	是	是	否	是
在整体操作时考虑	是	是	否	是
可以在关联中编辑	是	是	否	否
装入和重建模型的速度	正常	较快	较快	正常
显示速度	正常	正常	较快	较快

### 8.5.2 生成压缩状态的操作步骤

(1) 在装配体窗口中，在【特征管理器设计树】中单击零部件名称或者在图形区域选择零部件。

(2) 右键单击【特征管理器设计树】中的零件名称，弹出快捷菜单，如图 8-23 所示。

(3) 在弹出的菜单中选择【压缩】命令，选择的零部件被压缩，如图 8-24 所示。

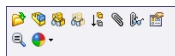


图 8-23 快捷菜单

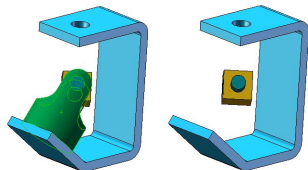


图 8-24 压缩零部件

(4) 也可以用鼠标右键在图形区域单击零部件，弹出的菜单如图 8-25 所示。

(5) 选择【压缩】命令，则该零件处于压缩状态，在图形区域该零件被隐藏，如图 8-26 所示。

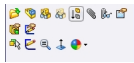


图 8-25 快捷菜单

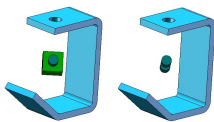


图 8-26 设置成压缩状态

## 8.6 装配体的统计

装配体统计可以在装配体中生成零部件和配合报告。

### 8.6.1 装配体统计的信息

在装配体窗口中，选择【工具】|【AssemblyXpert】菜单命令，弹出【AssemblyXpert】（装配体统计）对话框，如图 8-27 所示。



图 8-27 【AssemblyXpert】对话框

### 8.6.2 生成装配体统计的操作步骤

- (1) 创建如图 8-28 所示的万向联轴器装配体。
- (2) 在装配体窗口中，选择【工具】|【AssemblyXpert】菜单命令，弹出【AssemblyXpert】对话框。
- (3) 拖动对话框右侧的光标条，查看万向联轴器中的总零件数，如图 8-28 所示。

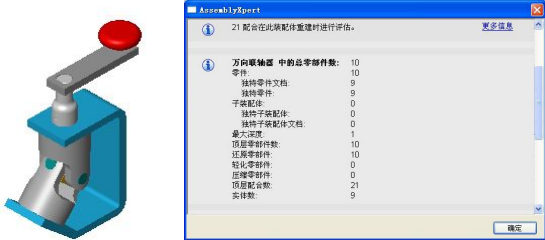


图 8-28 装配体统计

## 8.7 复杂装配体中零部件的轻化

可以将将在装配体中激活的零部件完全还原或轻化时装入装配体，零件和子装配体都可以轻化。

### 8.7.1 轻化状态

- 当零部件完全还原时，其所有模型数据将装入内存。
- 当零部件为轻化时，只有部分模型数据装入内存，其余的模型数据根据需要装入。

通过使用轻化零部件，可以显著提高大型装配体的性能，使用轻化的零件装入装配体比使用完全还原的零部件装入同一装配体速度更快，因为计算的数据更少，包含轻化零部件的装配体重建速度更快。

因为零部件的完整模型数据只有在需要时才装入，所以轻化零部件的效率很高。只有受当前编辑进程中所作更改影响的零部件才完全还原。可不对轻化零部件还原而进行以下装配体操作：

- 添加/移除配合；
- 干涉检查；
- 边线/面/零部件选择；
- 碰撞检查；
- 装配体特征；
- 注解；
- 测量；
- 尺寸；
- 截面属性；
- 装配体参考几何体；
- 质量属性；
- 剖面视图；
- 爆炸视图；
- 高级零部件选择；
- 物理模拟；
- 高级显示/隐藏零部件；
- 参考轻化零件的还原零件上的关联特征将自动更新；
- 整体操作包括质量特性、干涉检查、爆炸视图、高级选择和高级显示/隐藏、求解方程式、显示剖面视图及输出到其他文件格式；
- 当输出到其他文件格式及当求解涉及轻化零部件的方程式时，软件将提示还原轻化零部件或取消操作；
- 轻化零件在被选取进行某个操作时会自动还原。

### 8.7.2 轻化零部件的操作方法和步骤

(1) 在装配体窗口中，在【特征管理器设计树】中单击零部件名称或者在图形区域选择零部件。

(2) 单击【编辑】菜单中的【轻化】按钮，在弹出的菜单中选择【轻化状态】命令，选择的零部件被轻化。

(3) 可以用鼠标右键在【特征管理器设计树】中单击零部件名称或者在图形区域单击零部件，在弹出的快捷菜单中选择【设定为轻量化】命令，如图 8-29 所示。

8.8 制作动画

运动算例是 SolidWorks 用于制作产品演示动画的功能，动画是交流设计思想最好的途径，能更有效地促进多方设计人员的协同工作。使用运动算例能将 SolidWorks 的三维模型实现动态的可视化，并且及时录制产品设计的模拟装配过程、模拟拆卸过程和产品的模拟运行过程，将设计者的意图更好地传递给客户。



图 8-29 快捷菜单

8.8.1 运动算例基础介绍

1. 基本介绍

SolidWorks 运动算例使用基于键码画面的界面。先决定装配体在各个时间点的外观，然后 SolidWorks 运动算例应用程序会计算从一个位置移动到下一个位置所需的顺序。

基于键码画面的动画使用以下基本的用户界面元素。

- (1) 键码画面：与装配体零部件运动、视象属性更改等对应的实体。
- (2) 键码点：与装配体零部件、视象属性等对应的实体，如图 8-30 所示。
- (3) 时间线：显示时间和动画事件类型的区域。
- (4) 时间栏：沿时间线定位的实体，指示在动画中查看或编辑的时间。
- (5) 更改栏：连接键码点的水平实体，在生成动画时添加。
- (6) 基于键码画面的动画的基础涉及：沿时间线定位时间栏，以定义要更改的终点的位置。更改可包括装配体零部件的运动、不同的视点及对视象属性的更改。

将装配体零部件放置在图形区域的所需位置及由时间栏位置所指示的时间处。SolidWorks 运动算例基于时间栏的位置定位相应的键码点，并解出所需动画，从而使零部件可到达指定的位置。

SolidWorks 运动算例工具栏提供以下工具控制动画功能，如表 8-2 所示。

表 8-2 运动算例工具栏

工 具	功 能
	从头播放
	播放
	停止
	播放模式：正常
	播放模式：循环
	播放模式：往复
	将动画保存为 .avi 文件
	动画向导
	放大：放大时间线来增加时间栏之间的间距
	缩小：缩小时间线来减小时间栏之间的间距

## 2. 时间线

时间线是动画的时间界面，它显示在动画【特征管理器设计树】的右侧。

### (1) 用户界面

当定位时间栏、在图形区域移动零部件或更改视象属性时，时间栏会使用键码点和更改栏来显示这些更改。

时间线被垂直网格线均分，这些网络线对应于表示时间的数字标记。数字标记从 00:00:00 开始，其间距取决于窗口的大小。例如，沿时间线可能每隔一秒、两秒或五秒就会有一个标记，如图 8-31 所示。

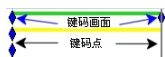


图 8-30 键码画面和键码点

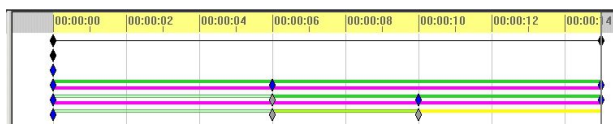


图 8-31 时间线

### (2) 预览

若要显示零部件，可以沿时间线单击任意位置，以更新该点的零部件位置。

### (3) 时间线上的快捷键

定位时间栏和图形区域的零部件后，可以通过控制键码点来编辑动画。

### (4) 时间线区域

在时间线区域用鼠标右键单击，然后选择以下之一。

- 放置键码：在指针位置添加一个新的键码点。可以拖动键码点来调整其位置。新键码属性与当前模型状态匹配。
- 粘贴：如果先前已选择了一个键码点，则进行粘贴。
- 选择所有：如果选择所有键码点，当指针在任一键码点上时，拖动键码点以沿时间线的任意位置定位所有键码点。可以选择所有键码点，然后选择删除返回动画在动画之前的状态。
- 动画向导：打开【选择动画类型】向导对话框。

### (5) 键码点

沿时间线右键单击任一键码点，然后可执行以下操作。

- 剪切、复制、粘贴或删除。这些可用功能具有以下限制：剪切、粘贴或删除——对 00:00:00 标记处的键码点不可用；粘贴——在选择剪切、复制或选择所有之后，沿时间线的任意位置都可用。
- 选择所有：对任何键码点都可用。
- 多个键码点：按下 Ctrl 键并选取一个以上键码点，选择反转路径来反转与所选键码点相对应的实体动画。注意：位置 and 任何视象属性都会被反转。不会生成额外的反转动画序列。
- 替换键码：更新所选键码来反映模型的当前状态。例如，如果以一个配合压缩来定义动画，然后解除压缩配合，有些键码可能会变成红色，因为先前定义的配合阻止移动或视觉更改。
- 压缩：将所选键码及相关键码从其指定的函数中排除。

(6) 插值模式

在播放过程中可选取插值模式以控制零部件的加速或减速或视象属性。例如，如果零部件从 00:00:02 变为 00:00:06，则可以调整从 A 到 B 的播放运动，方法是选择以下其中之一：

-  (线性)；
-  (捕捉)；
-  (渐入)；
-  (渐出)；
-  (渐入/渐出)。

3. 时间栏

时间线上的实体黑色竖直线即为时间栏，它表示动画的当前时间。移动时间栏：沿时间线拖动时间栏到任意位置，或单击时间线上的任意位置，键码点除外。



当指针位于时间线上时，按空格键以向前移动时间栏到下一个增量。
















4. 更改栏

更改栏是表示一段时间内所发生更改的水平实体，更改包括：

- 动画时间长度；
- 零部件运动；
- 模拟单元属性更改；
- 视图定向（如旋转）；
- 视象属性（如颜色或视图）。

更改栏沿时间线连接键码点，根据实体的不同，更改栏使用不同的颜色来直观地识别零部件和类型的更改。选项栏如表 8-3 所示。

表 8-3 运动算例选项栏

图标和更改栏	更改栏功能
	动画总时间长度
	视图及相机视图
	选取禁用观阅键码播放
	模拟单元
	驱动运动
	从动运动
	爆炸
	外观
	配合尺寸
	任何零部件或配合键
	任何压缩的键码
	位置仍未解出
	位置无法到达
	Motion 解算器故障
	隐藏线子关系



### 5. 关键帧和键码点

每个键码画面在时间线上都包括代表开始运动或结束运动的时间的键码点，无论何时定位一个新的键码点，它都会对应于运动或视象属性的更改。

- 键码画面：键码点之间可以为任何时间长度的区域。
- 键码点：与装配体零部件、视象属性等对应的实体。

#### (1) 识别键码点

可以通过颜色来识别键码点，与连接大多数键码点的更改栏一样，也可以编辑颜色。

#### (2) 键码属性

当将指针移动到任一键码点上时，零件序号将会显示此键码点的键码属性。如果零部件在运动算例【特征管理器设计树】中折叠，则所有的键码属性都会包含在零件序号中，如表 8-4 所示。

表 8-4 键码属性表

键 码 属 性	描 述
	MotionManager 设计树中时间线内某点处的零部件滑杆 2<1>
	移动零部件
	爆炸表示某种类型的重新定位
	外观：应用到零部件的相同颜色
	透明度：表示 100% 透明度
	零部件显示：线架图

## 8.8.2 旋转动画

通过单击【动画向导】按钮，可以生成旋转动画。

(1) 打开一个装配体文件，单击图形区域下方的【动画 1】图标，在图形区域下方出现【SolidWorks Motion】工具栏和时间线。单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【动画向导】按钮，弹出【选择动画类型】对话框，如图 8-32 所示。

(2) 选中【旋转模型】单选按钮，如果删除现有的动画序列，则启用【删除所有现有路径】复选框，单击【下一步】按钮，弹出【选择一旋转轴】对话框，如图 8-33 所示。



图 8-32 【选择动画类型】对话框




图 8-33 【选择一旋转轴】对话框

(3) 选中【X-轴】、【Y-轴】或者【Z-轴】单选按钮选择旋转轴，设置【旋转次数】，

选中【顺时针】或者【逆时针】单选按钮，单击【下一步】按钮，弹出【动画控制选项】对话框，如图 8-34 所示。





图 8-34 【动画控制选项】对话框

(4) 设置动画播放的【时间长度(秒)】和运动延迟的【开始时间(秒)】(时间线含有相应的更改栏和键码点，具体取决于【时间长度(秒)】和【开始时间(秒)】的属性设置)，单击【完成】按钮，完成旋转动画的设置。单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【播放】按钮，观看旋转动画效果。

### 8.8.3 装配体爆炸动画

装配体爆炸动画是将装配体的爆炸视图步骤按照时间先后顺序转化为动画形式。

(1) 打开一个装配体文件，单击【装配体】工具栏中的【爆炸视图】按钮，生成爆炸视图。用鼠标右键单击【动画 1】图标，在弹出的菜单中选择【新建】命令，则在图形区域下方出现【动画 2】图标。

(2) 单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【动画向导】按钮，弹出【选择动画类型】对话框，如图 8-35 所示。


(3) 在【选择动画类型】对话框中，选中【爆炸】单选按钮，如图 8-36 所示，单击【下一步】按钮，弹出【动画控制选项】对话框。



图 8-35 【选择动画类型】对话框



图 8-36 选中【爆炸】单选按钮

(4) 在【动画控制选项】对话框中，设置【时间长度(秒)】为“1”，如图 8-37 所示，单击【完成】按钮，完成爆炸动画的设置。单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【播放】按钮，观看爆炸动画效果。


(5) 单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【动画向导】按钮，弹出【选择动画类型】对话框。在该对话框中，选中【解除爆炸】单选按钮，如图 8-38 所示，单击【下一步】按钮，打开【动画控制选项】对话框。



图 8-37 设置【时间长度(秒)】数值



图 8-38 选中【解除爆炸】单选按钮


(6) 在【动画控制选项】对话框中，设置【时间长度(秒)】为“1”，如图 8-39 所示，单击【完成】按钮，完成解除爆炸动画的设置。单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【播放】按钮，观看爆炸和解除爆炸的动画效果。



图 8-39 设置【时间长度(秒)】数值

## 8.8.4 距离或角度配合动画

在 SolidWorks 中可以添加限制运动的配合。这些配合也影响到 SolidWorks Motion 中的移动。距离和角度这两种配合具有可以在动画中更改的值。例如，可以添加一个角度配合将零部件的位置限制到 30°，使 SolidWorks Motion 在一段时间内动画配合的值从 15° 到 45° 变化，零部件产生相应移动。

(1) 打开一个装配体文件，其中应含有【距离】配合或者【角度】配合。用鼠标右键单击界面底部的【运动算例】，选择【生成新运动算例】命令，新建动画文件。

(2) 单击某一零件，沿时间线拖动时间栏，设置动画顺序的时间长度，单击动画的最后时刻，如图 8-40 所示。

(3) 在动画【特征管理器设计树】中，双击【距离 1】图标，在弹出的【修改】对话框中，更改数值为 1in (英寸)。


(4) 单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【播放】按钮，当动画开始时，下方的两个球之间的距离为 2in (英寸)，如图 8-41 所示；当动画结束时，下方的两个球之间的距离变为 1in (英寸)，如图 8-42 所示。



图 8-40 时间线

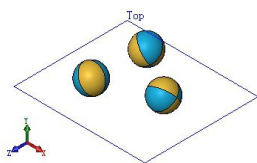


图 8-41 动画开始时效果

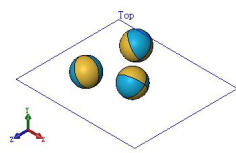





图 8-42 动画结束时效果

### 8.8.5 视像属性动画

可以在动画过程中的任意点改变动画视像属性。例如，当零部件开始移动时，可以将视图从【上色】 改变为【线架图】 显示方式，还可以只改变动画视像属性，而不必移动动画零部件。


可以改变的动画装配体零部件的视像属性包括隐藏/显示、透明度、外观等。

可以动态改变单个或者多个零部件的显示，并且在相同或者不同的装配体零部件中组合不同的显示选项。如果需要更改任意一个零部件的视像属性，沿时间线选择一个与想要影响的零部件相对应的键码点，然后改变零部件的视像属性即可。单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【播放】按钮，该零部件的视像属性会随着动画的进程而变化。

#### 1. 视像属性动画的属性设置

在动画【特征管理器设计树】中，用鼠标右键单击想要影响的零部件，在弹出的快捷菜单中进行选择。

(1) 【隐藏零部件】：隐藏或者显示零部件。

(2) 【更改透明度】：向零部件添加透明度。如果已经添加了透明度，则选择【更改透明度】命令以删除透明度。

(3) 【零部件显示】：更改零部件的显示方式，单击后其快捷菜单如图 8-43 所示。


(4) 【外观】：改变零部件的外观属性，单击后其快捷菜单如图 8-44 所示。



图 8-43 【零部件显示】快捷菜单

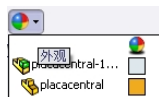


图 8-44 【外观】快捷菜单

#### 2. 生成视像属性动画的操作步骤

(1) 打开一个装配体文件，首先利用【SolidWorks Motion】工具栏中的【动画向导】按钮制作装配体的爆炸动画。

(2) 单击时间线上的最后时刻，如图 8-45 所示。

(3) 用鼠标右键单击一个零件，在弹出的快捷菜单中选择【更改透明度】命令，如图 8-46 所示。


(4) 单击【SolidWorks Motion】工具栏中的【播放】按钮，观看动画效果。被更改了透明度的零件在装配后变成了半透明效果。



图 8-45 时间线



图 8-46 选择【更改透明度】命令

## 8.8.6 物理模拟动画

物理模拟可允许模拟马达（即电动机，为与软件一致此处使用马达，下同）、弹簧及引力在装配体上的效果。可使用物理模拟中的结果来自动设置装配体中每个零件的载荷和边界条件，以进行 COSMOSXpress 分析。

物理模拟包括引力、线性或旋转马达和线性弹簧，下面分别介绍。


### 1. 引力


引力是模拟沿某一方向的万有引力，物理模拟将模拟要素与其他如配合和物理动力之类的工具组合，以在零部件自由度之内逼真地移动零部件。

在使用引力时，应满足以下规则：


- 可在每个装配体中定义一个引力模拟成分。
- 所有零部件无论其质量如何都在引力效果下以相同速度移动。
- 由于马达的运动优先于由于引力的运动，如果有一个马达将零部件向左移动并有一个引力将零部件向右拖动，零部件将向左移动，无任何向右的拉力。
- 如果使用数字选项，可以使用物理模拟的结果来自动设置装配体中每个零件的载荷和边界条件，从而进行 COSMOSXpress 分析。

#### (1) 引力的属性设置。

单击【模拟】工具栏中的【引力】按钮，打开【引力】属性管理器，如图 8-47 所示。

- 【引力参数】：选择线性边线、平面、基准面或者基准轴作为引力的方向参考。如果选择基准面或者平面，方向参考与所选实体正交。
- 【反向】：改变引力的方向。
- 【数字】：选择此选项，可以设置【数字引力值】，如图 8-48 所示。

#### (2) 生成引力的操作步骤。

单击【模拟】工具栏中的【引力】按钮，系统弹出【引力】属性管理器。




根据需要设置引力的参数，单击【确定】按钮，一个【引力】图标被添加到【特征管理器设计树】的【模拟】图标下，如图 8-49 所示。



图 8-47 【引力】属性管理器



图 8-48 选择【数字】选项



图 8-49 【引力】图标

## 2. 线性和旋转马达

线性或旋转马达为使用物理动力绕一个装配体移动零部件的模拟成分。使用线性或旋转马达时,需满足以下要求:

- 马达以所选方向移动零部件,但马达不是力,马达强度不根据零部件大小或质量而变化。例如,如果速度滑杆设定到相等的值,一个小立方体与一个大立方体以相同速度移动。
- 如果另一个力使马达的方向参考更改方向,马达将以新的方向移动零部件。
- 推荐不要在同一零部件上添加一个以上相同类型的马达。
- 由于马达的运动优先于由于引力或弹簧的运动,如果有一个马达将零部件向左移动并有一个弹簧将零部件向右拖动,零部件将向左移动。
- 如果使用数字选项,可以使用物理模拟的结果来自动设置装配体中每个零件的载荷和边界条件,以进行 COSMOSXpress 分析。



物理模拟默认范围之外的数值只影响分析应用程序。例如,线性马达的最大默认速度为 300mm/s。如果指定的值大于 300mm/s,则当重新播放物理模拟时,零部件不会相应以更快速度作运动,但在分析应用程序中会运动得更快。

### (1) 线性马达的属性设置。

单击【模拟】工具栏中的【马达】按钮,打开【马达】属性管理器,如图 8-50 所示。

- 【零部件/方向】: 选择零部件的线性(或者圆形)边线、平面、圆柱(或者圆锥面)、基准轴(或者基准面)作为方向参考。如果选择圆形边线或者圆锥面,方向参考将与圆柱的轴平行;如果选择基准面或者平面,方向参考与实体正交。
- 【反向】: 改变线性马达的方向。

### (2) 生成线性马达的操作步骤。

打开一个装配体文件,单击【模拟】工具栏中的【马达】按钮,弹出【马达】属性管理器。

单击模型的一个平面,马达的速度方向将垂直于该平面,设置【等速马达】值为“10mm/s”,如图 8-51 所示,单击【确定】按钮,一个【马达】的图标被添加到【特征管理器设计树】的【模拟】图标下。




图 8-50 【马达】属性管理器




图 8-51 设置【等速马达】



单击【模拟】工具栏中的【播放】按钮，观察动画效果。动画开始时如图 8-52 所示，动画结束时如图 8-53 所示。

### (3) 旋转马达的属性设置。

单击【模拟】工具栏中的【马达】按钮，打开【马达】属性管理器，如图 8-54 所示。

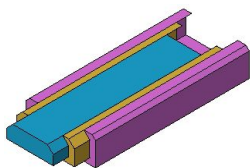


图 8-52 动画开始时

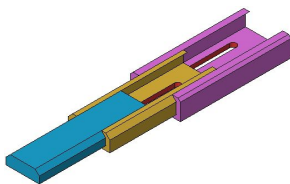


图 8-53 动画结束时

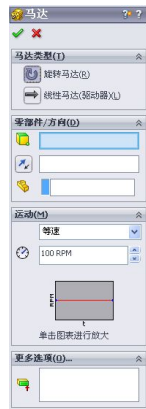








图 8-54 旋转【马达】属性管理器

- **【方向参考】**：选择零部件的线性（或者圆形）边线、平面、圆柱（或者圆锥面）、基准轴（或者基准面）作为方向参考。方向参考为旋转的方向，并非旋转的轴心。方向参考与旋转轴平行。如果选择线性边线，方向参考将围绕边线旋转；如果选择平面，方向参考将围绕面的法线旋转。
- **【反向】**：改变旋转马达的方向。

### (4) 生成旋转马达的操作步骤。

打开一个装配体文件，单击【模拟】工具栏中的【马达】按钮，弹出【马达】属性管理器。

单击模型的一个平面，旋转马达的速度方向将垂直于该平面，设置【位移马达】值为“45deg”，如图 8-55 所示，单击【确定】按钮，一个【马达】的图标被添加到【特征管理器设计树】的【模拟】图标下。

单击【模拟】工具栏中的【播放】按钮，观察动画效果。动画运行到 0s 时，如图 8-56 所示，动画运行到 2s 时，如图 8-57 所示。

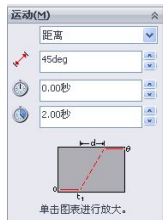


图 8-55 旋转【马达】的属性设置

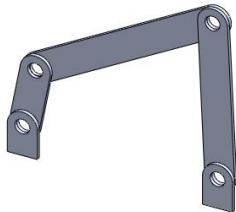


图 8-56 动画运行 0s 时

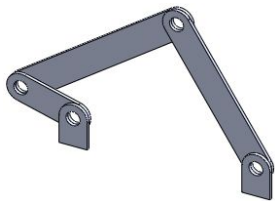


图 8-57 动画运行 2s 时


## 3. 线性弹簧



线性弹簧为使用物理动力绕一个装配体移动零部件的模拟成分。使用线性弹簧应满足：




- 弹簧应用力到零部件，具有高弹簧常数的弹簧比具有较低弹簧常数的弹簧会更快速移动零部件。此外，如果被一个相等强度弹簧所作用，则具有较小质量的零部件比具有较大质量的零部件会更快速移动。
- 当弹簧到达其自由长度时，弹簧的运动将停止。
- 由于马达的运动优先于由于弹簧的运动，如果有一个马达将零部件向左移动并有一个弹簧将零部件向右拖动，零部件将向左移动

#### (1) 线性弹簧的属性设置。

单击【模拟】工具栏中的【线性弹簧】按钮，打开【弹簧】属性管理器，如图 8-58 所示。

- 【弹簧端点】：连接弹簧，可以选择线性边线、顶点或者草图点。如果选择边线，弹簧端点将附加到边线的中点。
- 【自由长度】：设置弹簧是否延展或者压缩。
- 【弹簧常数】 $k$ ：设置弹簧的强度。

#### (2) 生成线性弹簧的操作步骤。

打开一个装配体文件，单击【模拟】工具栏中的【线性弹簧】按钮，弹出【弹簧】属性管理器。



选择模型中的两个点，设置【自由长度】和【弹簧常数】数值，如图 8-59 所示，在图形区域显示出弹簧的预览，如图 8-60 所示。单击【确定】按钮，一个【弹簧】图标被添加到【特征管理器设计树】的【模拟】图标下。



图 8-58 线性【弹簧】属性管理器



图 8-59 线性【弹簧】的属性设置









图 8-60 弹簧预览

### 8.8.7 插值模式动画


可以控制零部件的加速或减速运动，包括物理模拟和零部件旋转等。例如，如果零部件从 00:00:02（位置 A）变为 00:00:06（位置 B），则可以调整从 A 到 B 的播放运动，其中 A 和 B 代表沿时间线的键码点。

下面介绍添加插值模式的方法。






- (1) 生成包括零部件运动或视象属性更改的动画。
- (2) 在时间线上，用鼠标右键单击想要影响的零部件的键码点。
- (3) 单击插值模式并选择以下选项之一。

- **【线性】** : 默认设置为零部件以匀速从位置 A 移到位置 B。
  - **【捕捉】** : 零部件以匀速从位置 A 开始移动, 直到捕捉到位置 B。
  - **【渐入】** : 零部件开始匀速移动, 但随后会朝着位置 B 方向加速移动。
  - **【渐出】** : 零部件一开始加速移动, 但当快接近位置 B 时减速移动。
  - **【渐入/渐出】** : 结合这二者移动, 这样零部件在接近位置 A 和位置 B 的中间位置过程中加速移动, 然后在接近位置 B 过程中减速移动。
- (4) 单击**【从头播放】**按钮  观看动画。


### 8.8.8 播放、录制动画

在生成物理模拟后, 当单击**【模拟】**工具栏中的  **【播放】**按钮, 就可以对物理模型进行播放。

#### 1. 动画控制器的功能

- **【播放】** : 播放动画, 单击  **【播放】**按钮开始。
- **【从头播放】** : 将动画从第一个画面开始播放。
- **【计算】** : 计算运动算例。
- **【停止】** : 停止动画。

#### 2. 录制动画的方法

(1) 单击**【动画控制器】**弹出式工具栏上的  **【保存动画】**按钮。

(2) 在**【保存动画到文件】**对话框中:

- 输入文件名的名称;
- 为保存类型选择一种格式 (.avi 格式, 或一系列 .bmp 或 .tga 静态图像);
- 在**【渲染器】**微调框中输入数值。

(3) 在**【画面信息】**选项组中:

- 在**【每秒的画面】**数值框中输入一个数值 (默认为 7.5);
- 选中**【整个动画】**单选按钮, 或者输入要保存的动画, 选中**【时间范围】**单选按钮并输入开始和结束数值的秒数。

(4) 单击**【保存】**按钮。

(5) 在**【视频压缩】**对话框中设置参数, 然后单击**【确定】**按钮。





图 8-61 钢笔模型

## 8.9 设计范例

下面介绍一个具体的装配体范例——钢笔, 最终效果如图 8-61 所示。

### 8.9.1 生成装配体

采用“自下而上”的方法, 装配体中的各个零件都已经生成完毕。

(1) 启动中文版 SolidWorks 2011, 单击**【标准】**工具栏中的  **【新建】**按钮, 弹出**【新建 SolidWorks 文件】**对话框, 单击**【装配体】**按钮, 单击  **【确定】**按钮。

(2) 选择**【文件】|【另存为】**菜单命令, 弹出**【另存为】**对话框, 在**【文件名】**文字

框中输入【笔装配】，单击【保存】按钮。







(3) 单击【装配体】工具栏中的【插入零部件】按钮，系统打开【插入零部件】属性管理器。在【要插入的零件/装配体】选项组中，选择本书配套资料中的【笔杆.SLDPRT】，在图形区域单击鼠标左键放置【笔杆.SLDPRT】零件，零件被系统设置为固定状态，如图 8-63 所示。





图 8-63 固定笔杆



图 8-64 插入笔芯

(5) 单击【装配体】工具栏中的【配合】按钮，系统打开【配合】属性管理器。在【配合选择】选项组中，单击【要配合的实体】选择框，分别选择图形区域【笔杆.SLDPRT】零件上孔的内表面和【笔芯.SLDPRT】零件的外圆柱面；在【标准配合】选项组中，单击【同轴心】按钮（此时【配合】属性管理器显示为【同心 1】属性管理器，以下类推），单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮，再单击【确定】按钮，则两个零件在此处具有同轴心的位置约束配合，如图 8-65 所示。

(6) 在【配合选择】选项组中，继续单击【要配合的实体】选择框，在图形区域选择【笔芯.SLDPRT】零件的下表面和【笔杆.SLDPRT】零件的上表面；在【标准配合】选项组中，单击【重合】按钮，单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮，再单击【确定】按钮，如图 8-66 所示。

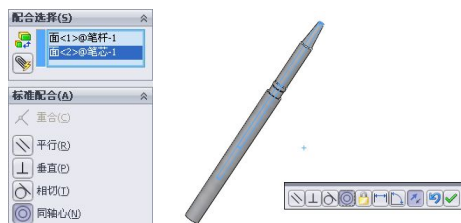







图 8-65 添加同轴心配合



图 8-66 重合配合

(7) 在【配合选择】选项组中，继续单击【要配合的实体】选择框，在图形区域选择【笔芯.SLDPRT】零件前视基准面和装配体文件的前视基准面；在【标准配合】选项组中，单击【重合】按钮，单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮，再单击【确定】按钮，如图 8-67 所示。

(8) 单击【装配体】工具栏中的【插入零部件】按钮，系统弹出【插入零部件】属性管理器。在【要插入的零件/装配体】选项组中，选择配套资料中的【笔帽.SLDPRT】，

在图形区域单击鼠标左键放置【笔帽.SLDPRT】零件,如图 8-68 所示。

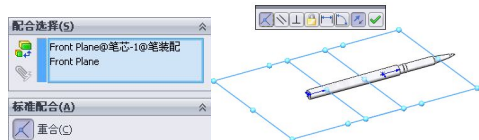


图 8-67 重合配合



图 8-68 插入笔帽

(9) 单击【装配体】工具栏中的【配合】按钮,系统弹出【配合】属性管理器。在【配合选择】选项组中,单击【要配合的实体】选择框,分别选择图形区域【笔帽.SLDPRT】零件的内圆柱面和【笔杆.SLDPRT】零件的上圆柱面;在【标准配合】选项组中,单击【同轴心】按钮(此时【配合】属性管理器显示为【同心 1】属性管理器,以下类推),单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮,再单击【确定】按钮,则两个零件在此处具有同轴心的位置约束配合,如图 8-69 所示。

(10) 在【配合选择】选项组中,继续单击【要配合的实体】选择框,在图形区域选择【笔杆.SLDPRT】零件中部的上表面和【笔帽.SLDPRT】零件的下表面;在【标准配合】选项组中,单击【重合】按钮,单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮,再单击【确定】按钮,如图 8-70 所示。

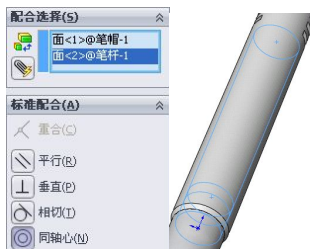


图 8-69 同轴心配合






图 8-70 重合配合

(11) 在【配合选择】选项组中,继续单击【要配合的实体】选择框,在图形区域选择【笔帽.SLDPRT】零件前视基准面和装配体的前视基准面;在【标准配合】选项组中,单击【重合】按钮,单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮,再单击【确定】按钮,如图 8-71 所示。

(12) 单击【装配体】工具栏中的【插入零部件】按钮,系统打开【插入零部件】属性管理器。在【要插入的零件/装配体】选项组中,选择配套资料中的【笔别.SLDPRT】,在图形区域单击鼠标左键放置【笔别.SLDPRT】零件,如图 8-72 所示。

(13) 在【配合选择】选项组中,继续单击【要配合的实体】选择框,在图形区域选择【笔别.SLDPRT】零件前端的下表面和【笔帽.SLDPRT】零件槽的上表面;在【标准配合】选项组中,单击【重合】按钮,单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮,再单击【确定】按钮,如图 8-73 所示。

(14) 在【配合选择】选项组中,继续单击【要配合的实体】选择框,在图形区域选

择【笔帽.SLDPRT】零件槽口的上表面和【笔别.SLDPRT】零件内部的下表面；在【标准配合】选项组中，单击【重合】按钮，单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮，再单击【确定】按钮，如图 8-74 所示。

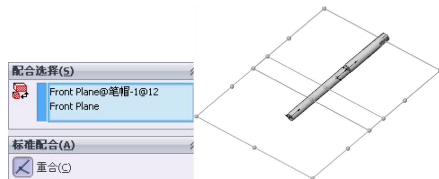


图 8-71 重合配合



图 8-72 插入笔别



图 8-73 重合配合

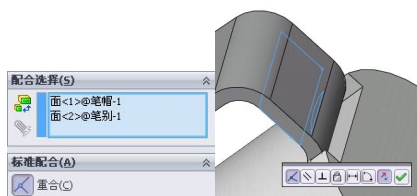






图 8-74 重合配合

(15) 在【配合选择】选项组中，继续单击【要配合的实体】选择框，在图形区域选择【笔帽.SLDPRT】零件内槽的侧面和【笔别.SLDPRT】零件的侧面；在【标准配合】选项组中，单击【重合】按钮，单击【配合】工具栏中的【添加/完成配合】按钮，再单击【确定】按钮，如图 8-75 所示。

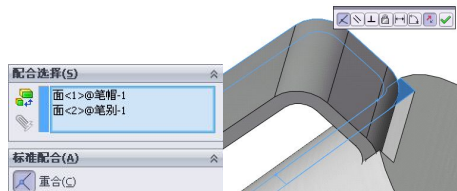





图 8-75 重合配合



## 8.9.2 干涉检查

(1) 在装配体窗口中，选择【工具】|【干涉检查】菜单命令，系统弹出【干涉检查】属性管理器。在【所选零部件】选项组中，单击【计算】按钮，如图 8-76 所示。

(2) 从【结果】选项组中可见，笔帽零件和笔别之间发生干涉，体积为 2.5mm<sup>3</sup>（原因是笔别内部的下表面和笔帽槽的上表面为重合配合，笔别深度比笔帽的深度数值大，导致干涉出现，应当重新编辑这部分的配合条件以达到消除干涉的目的）。

(3) 单击【特征管理器设计树】中的【笔别】图标，切换到【属性管理器】选项卡，笔别零件的配合关系显示出来，用鼠标右键单击【重合 1（笔帽<1>）】图标，在弹出的菜单中选择【编辑特征】命令，系统打开【重合 1】属性管理器。在【配合选择】选项组中，用鼠标右键单击【要配合的实体】选择框中的面，在弹出的菜单中选择【消除选择】命令，重新选择约束面，单击【要配合的实体】选择框，在图形区域选择【笔别.SLDPRT】



零件上端的下端面和【笔帽.SLDPRT】零件槽的下端面；在【标准配合】选项组中，单击【重合】按钮，单击【确定】按钮，配合修改完成，如图 8-77 所示。

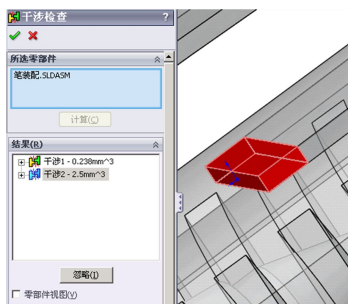


图 8-76 干涉体积

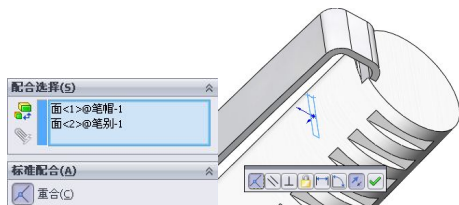




图 8-77 重合配合




图 8-78 干涉结果

(4) 在装配体窗口中，选择【工具】|【干涉检查】菜单命令，系统弹出【干涉检查】属性管理器。在【所选零部件】选项组中，单击【计算】按钮，无干涉现象出现，如图 8-78 所示。

### 8.9.3 生成轴测剖视图

(1) 在装配体窗口中，单击装配体中笔帽的上表面，使其成为草图绘制平面。单击【标准视图】工具栏中的【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草图绘制状态。

(2) 单击【草图】工具栏中的【边角矩形】按钮，绘制矩形草图并标注尺寸，如图 8-79 所示。

(3) 选择【插入】|【装配体特征】|【切除】|【拉伸】菜单命令，系统打开【切除-拉伸】属性管理器。在【方向 1】选项组中，设置【终止条件】为【完全贯穿】，单击【确定】按钮，生成轴测剖视图，如图 8-80 所示。

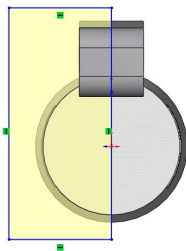


图 8-79 绘制草图并标注尺寸

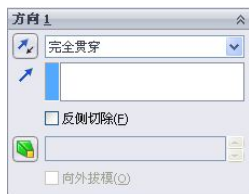





图 8-80 生成轴测剖视图



### 8.9.4 生成爆炸视图

(1) 在装配体窗口中，单击【装配体】工具栏中的【爆炸视图】按钮，系统弹出【爆炸】属性管理器。

(2) 在图形区域选择装配体中的笔帽，在【设定】选项组中，该零件名称显示在【爆炸步骤的零部件】选择框中。该零件上显示出一个三重轴，单击某一轴，则该轴高亮显示，



如图 8-81 所示, 设置  【爆炸距离】为 60mm, 单击【应用】按钮, 在图形区域显示出爆炸视图的预览, 单击【完成】按钮, 完成一个爆炸步骤; 在【爆炸步骤】选项组中, 显示【爆炸步骤 1】, 在图形区域显示爆炸视图的效果, 如图 8-82 所示。

(3) 在图形区域单击装配体中的笔芯, 在【设定】选项组中, 该零件名称显示在  【爆炸步骤的零部件】选择框中。该零件显示出一个三重轴, 单击某一轴, 该轴高亮显示, 设置  【爆炸距离】为 30mm, 单击【应用】按钮, 在图形区域显示出爆炸视图的预览, 如图 8-83 所示。


(4) 重复前面的步骤, 将装配体的每个零件都进行爆炸处理, 效果如图 8-84 所示, 单击  【确定】按钮, 生成爆炸视图。



图 8-81 爆炸方向



图 8-82 爆炸效果

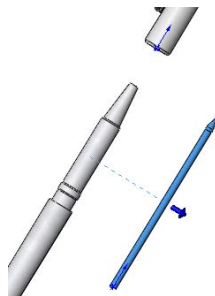


图 8-83 爆炸预览

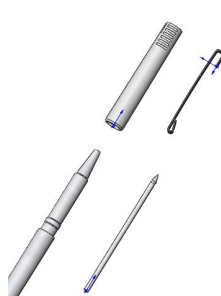



图 8-84 爆炸效果

(5) 如果需要取消爆炸视图的显示, 单击  【配置管理器】选项卡, 打开【配置管理器】, 用鼠标右键单击【爆炸视图 1】图标, 在弹出的菜单中选择【解除爆炸】命令, 则爆炸视图被取消。

## 第9章 焊件设计

在 SolidWorks 中, 焊件设计模块可以将多种焊接类型的焊缝零件添加到装配体中, 生成的焊缝属于装配体特征, 是关联装配体中生成的新装配体零部件, 因此, 学习它是对装配体设计的一个有效的补充。本章将具体介绍焊件设计的基本操作方法。

### 9.1 焊件轮廓

首先需要生成焊件轮廓, 以便在生成焊件结构构件时使用。生成焊件轮廓就是将轮廓创建为库特征零件, 再将其保存于一个定义好的位置。其具体方法如下。

(1) 打开一个新零件。


(2) 绘制轮廓草图。当用轮廓生成一个焊件结构构件时, 草图的原点为默认穿透点(穿透点可以相对于生成结构构件所使用的草图线段以定义轮廓上的位置), 且可以选择草图中的任何顶点或草图点作为交替穿透点。

(3) 选择所绘制的草图。

(4) 选择【文件】|【另存为】菜单命令, 打开【另存为】对话框。

(5) 在【保存在】中选择<安装目录>\data\weldment profiles, 然后选择或生成一个适当的子文件夹, 在【保存类型】中选择库特征零件 (\*.SLDLFP), 输入【文件名】名称, 单击【保存】按钮。

### 9.2 结构构件

在零件中生成第一个结构构件时, 【焊件】图标将被添加到【特征管理器设计树】中。在【配置管理器】中生成两个默认配置, 即一个父配置(默认<按加工>)和一个派生配置(默认<按焊接>)。

#### 1. 结构构件的属性种类

结构构件包含以下属性:


(1) 结构构件都使用轮廓, 例如角铁等。

(2) 轮廓由【标准】、【类型】及【大小】等属性识别。

(3) 结构构件可以包含多个片段, 但所有片段只能使用一个轮廓。

(4) 分别具有不同轮廓的多个结构构件可以属于同一个焊接零件。

(5) 在一个结构构件中的任何特定点处, 只有两个实体才可以交叉。

(6) 结构构件在【特征管理器设计树】中以【结构构件 1】、【结构构件 2】等名称显示。结构构件生成的实体会出现在 【实体】文件夹下。

(7) 可以生成自己的轮廓, 并将其添加到现有焊件轮廓库中。


(8) 焊件轮廓位于<安装目录>\data\weldment profiles。


(9) 结构构件允许相对于生成结构构件所使用的草图线段指定轮廓的穿透点。

(10) 可以在【特征管理器设计树】的 【实体】文件夹下选择结构构件, 并生成用于

工程图中的切割清单。

## 2. 结构构件的属性设置

单击【焊件】工具栏中的【结构构件】按钮，或者选择【插入】|【焊件】|【结构构件】菜单命令，系统打开【结构构件】属性管理器，如图 9-1 所示。

如果希望添加多个结构构件，可在【结构构件】属性管理器中单击【保持可见】按钮。

### (1) 【选择】选项组。

- **【标准】**：选择先前所定义的 iso、ansi inch 或者自定义标准。
- **【类型】**：选择轮廓类型，如图 9-2 所示。




图 9-1 【结构构件】属性管理器



图 9-2 【类型】选项

- **【大小】**：选择轮廓大小。
- **【组】**：可以在图形区域选择一组草图实体。

### (2) 【设定】选项组。



-  **【旋转角度】**：可以相对于相邻的结构构件按照固定度数进行旋转。
- **【找出轮廓】**：更改相邻结构构件之间的穿透点（默认穿透点为草图原点）。

## 3. 生成结构构件的操作步骤

### (1) 绘制草图，如图 9-3 所示。



可以使用线性或者弯曲草图实体生成多个带基准面的二维草图、三维草图或者二维和三维的组合草图。

(2) 单击【焊件】工具栏中的【结构构件】按钮或者选择【插入】|【焊件】|【结构构件】菜单命令，系统打开【结构构件】属性管理器。在【选择】选项组中，设置【标准】、【类型】和【大小】参数，单击【路径线段】选择框，在图形区域选择一组草图实体，如图 9-4 所示，单击【确定】按钮，消除路径线段的选择并生成额外的结构构件。

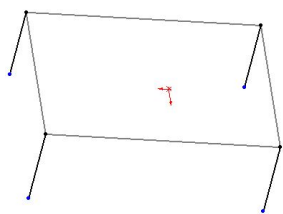


图 9-3 绘制草图

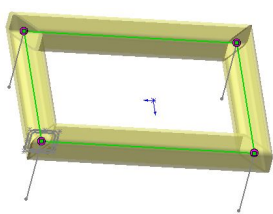


图 9-4 选择草图实体

(3) 重复第(1)步至第(2)步的操作, 生成另一组结构构件。

(4) 如果有必要, 可以设置不同的【标准】、【类型】和【大小】参数, 在图形区域显示出预览, 如图 9-5 所示。单击 【确定】按钮, 消除路径线段的选择并生成额外的结构构件, 如图 9-6 所示。

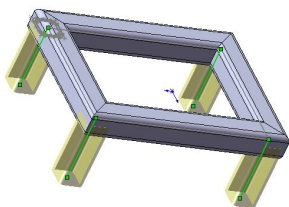


图 9-5 结构构件的预览

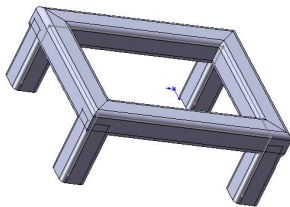


图 9-6 生成结构构件

## 9.3 剪裁结构构件

可用结构构件和其他实体剪裁结构构件, 使其在焊件零件中正确对接。可利用【剪裁/延伸】命令剪裁或延伸两个在角落处汇合的结构构件、一个或多个相对于另一实体的结构构件等。



剪裁焊件模型中的所有边角以确定结构构件的长度可以被精确计算。

### 9.3.1 剪裁/延伸的属性设置

单击【焊件】工具栏中的 【剪裁/延伸】按钮或者选择【插入】|【焊件】|【剪裁/延伸】菜单命令, 系统打开【剪裁/延伸】属性管理器, 如图 9-7 所示。

(1) 【边角类型】选项组。

可以设置剪裁的边角类型, 包括 【终端剪裁】、 【终端斜接】、 【终端对接 1】、 【终端对接 2】, 其效果如图 9-8 所示。

(2) 【要剪裁的实体】选项组。

对于 【终端剪裁】、 【终端对接 1】、 【终端对接 2】类型, 选择要剪裁的一个实体。

对于 【终端剪裁】类型, 选择要剪裁的一个或者多个实体。

(3) 【剪裁边界】选项组。



图 9-7 【剪裁/延伸】属性管理器



图 9-8 设置不同边角类型的效果

当单击【终端剪裁】按钮时，【剪裁边界】选项组如图 9-9 所示，选择剪裁所相对的一个或者多个相邻面。

- **【面/平面】**：使用平面作为剪裁边界。
- **【实体】**：使用实体作为剪裁边界。



选中**【面/平面】**单选按钮，选择平面作为剪裁边界，通常更有效且性能更好；只有在相当于如圆形管道或者阶梯式曲面等的非平面实体进行剪裁时，选中**【实体】**单选按钮，选择实体作为剪裁边界。

当单击【终端斜接】、【终端对接 1】、【终端对接 2】边角类型按钮时，【剪裁边界】选项组如图 9-10 所示，选择剪裁所相对的一个相邻结构构件。


图 9-9 单击【终端剪裁】按钮时的  
【剪裁边界】选项组图 9-10 单击其他边角类型按钮时的  
【剪裁边界】选项组

- **【预览】**：在图形区域预览剪裁。
- **【允许延伸】**：允许结构构件进行延伸或者剪裁；取消启用该复选框，则只可以进行剪裁。

### 9.3.2 剪裁/延伸结构构件的操作步骤

(1) 单击**【焊件】**工具栏中的【剪裁/延伸】按钮或者选择**【插入】|【焊件】|【剪裁/延伸】**菜单命令，系统弹出**【剪裁/延伸】**属性管理器。

(2) 在**【边角类型】**选项组中，单击【终端剪裁】按钮；在**【要剪裁的实体】**选项组中，单击**【实体】**选择框，在图形区域选择要剪裁的实体，如图 9-11 所示；在**【剪裁边界】**选项组中，单击**【面/实体】**选择框，在图形区域选择作为剪裁边界的实体，如

图 9-12 所示。在图形区域显示出剪裁的预览，如图 9-13 所示，单击  【确定】按钮。

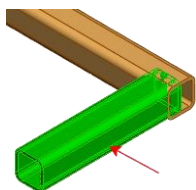


图 9-11 选择要剪裁的实体

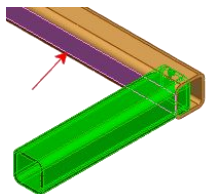


图 9-12 选择实体

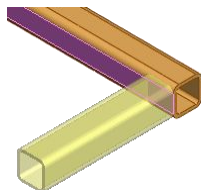


图 9-13 剪裁预览

## 9.4 添加焊缝

焊缝在模型中显示为图形。焊缝是轻量化单元，不会影响性能。下面分别介绍焊缝及圆角焊缝的添加方法。

### 9.4.1 焊缝

用户可以向焊件零件和装配体及多实体零件添加简化焊缝。


简化焊缝的优点有：

- 在零件和装配体中实施均匀；
- 与所有类型的几何体兼容，包括带有缝隙的实体；
- 轻化的简化焊缝显示；
- 在使用焊接表的工程图中包含焊缝属性；
- 使用智能焊接工具为焊缝路径选择面；
- 焊缝符号与焊缝关联；
- 支持焊接路径（长度）定义的控标；
- 包含在 FeatureManager 设计树的焊接文件夹中。



此外，用户还可以设置焊接子文件夹的属性，这些属性包括：

- 焊接材料；
- 焊接工艺；
- 单位长度焊接质量；
- 单位质量焊接成本；
- 单位长度焊接时间；
- 焊道数。

#### 1. 焊缝的属性设置

进入焊件环境后，单击【焊件】工具栏中的  【焊缝】按钮或者选择【插入】|【焊件】|【圆角焊缝】菜单命令，打开如图 9-14 所示的【焊缝】属性管理器。

##### (1) 【焊接路径】选项组。

- 【选择面】：选择要产生焊缝的面。
-  【智能焊接选择工具】：单击该按钮，光标变为 ，系统会自动根据所绘制的曲线在图形区域确定焊接面，选择焊接路径。




- **【新焊接路径】**：单击该按钮，创建新一组的焊接路径。
- (2) **【设定】** 选项组。
  - **【焊接选择】**：在图形区域选择焊接面。
  -  **【焊缝大小】**：输入焊缝的大小。
  - **【切线延伸】**：将焊缝延伸到所有与所选面相切的面。
  - **【选择】**：在所选焊接面之间的焊接线处添加焊缝。
  - **【两边】**：在所选焊接面之间的焊接线及其对面边线处添加焊缝。
  - **【全周】**：在所选的焊接面之间的焊接线及其截面所有边线处添加焊缝。
  - **【定义焊接符号】**：单击该按钮，弹出如图 9-15 所示的设置焊接符号的对话框。



图 9-14 【焊缝】属性管理器

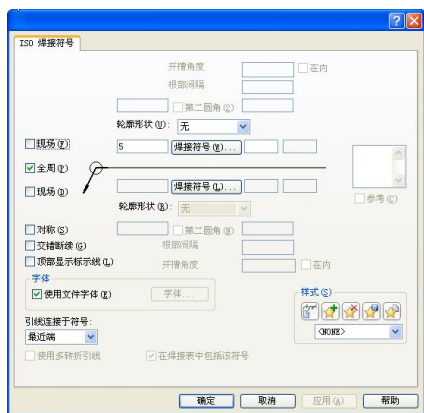


图 9-15 设置焊接符号的对话框


- (3) **【‘从/到’长度】** 选项组：设置焊缝的起点及长度。
  - **【起点】**：输入数值，确定起点位置，可根据需要单击  **【反向】** 按钮，改变起点位置。
  - **【焊接长度】**：设置焊缝的长度。
- (4) **【断续焊接】** 选项组：创建不连续的焊缝。
  - **【焊接长度】、【螺距】**：在选中 **【间隙与焊接长度】** 单选按钮时可用，如图 9-16 所示。




图 9-16 选中【间隙与焊接长度】单选按钮



图 9-17 选中【节距与焊接长度】单选按钮

- **【焊接长度】、【螺距】**：在选中 **【节距与焊接长度】** 单选按钮时可用，如图 9-17 所示。

## 2. 生成焊缝的操作步骤

(1) 单击 **【焊件】** 工具栏中的  **【焊缝】** 按钮或者选择 **【插入】|【焊件】|【焊缝】** 菜单命令，系统打开 **【焊缝】** 属性管理器。

(2) 单击 **【设定】** 选项组中的 **【焊接选择】** 选择框，选择如图 9-18 所示的两个面为焊

接面, 设置【焊缝大小】为 5mm。

(3) 选中【两边】单选按钮, 参数设置如图 9-19 所示, 单击【确定】按钮, 创建的焊缝如图 9-20 所示。

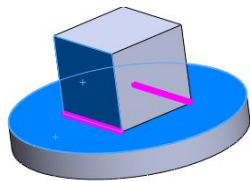


图 9-18 选择焊接面



图 9-19 设置【焊缝】的属性

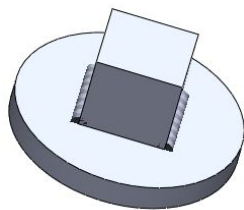




图 9-20 创建的焊缝

## 9.4.2 圆角焊缝

可在任何交叉的焊件实体(如结构构件、平板焊件或者角撑板等)之间添加全长、间歇或交错的圆角焊缝。

### 1. 圆角焊缝的属性设置

单击【焊件】工具栏中的【圆角焊缝】按钮或者选择【插入】|【焊件】|【圆角焊缝】菜单命令, 系统打开【圆角焊缝】属性管理器, 如图 9-21 所示。如果希望添加多个圆角焊缝, 可在其属性设置中单击【保持可见】按钮。

#### (1) 【箭头边】选项组。

- 【焊缝类型】: 可以选择焊缝类型, 如图 9-22 所示。
- 【焊缝长度】、【节距】: 在设置【焊缝类型】为【间歇】或者【交错】时可用, 如图 9-23 所示。



图 9-21 【圆角焊缝】属性管理器



图 9-22 【焊缝类型】选项



图 9-23 选择【交错】选项




尽管必须为面组选择平面,但圆角焊缝在启用【切线延伸】复选框时,可以为面组选择非平面或者相切轮廓。




(2) 【对边】选项组。  
其属性设置不再赘述。

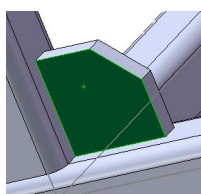


在设置【焊缝类型】为【交错】时,将圆角焊缝应用到对边。

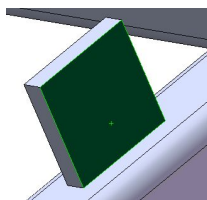
## 2. 生成圆角焊缝的操作步骤

(1) 单击【焊件】工具栏中的【圆角焊缝】按钮,或者选择【插入】|【焊件】|【圆角焊缝】菜单命令,系统弹出【圆角焊缝】属性管理器。

(2) 在【箭头边】选项组中选择焊缝类型,设置【圆角大小】数值,单击【选择面组 1】选择框,在图形区域选择一个面组,如图 9-24 所示;单击【选择面组 2】选择框,在图形区域选择一个交叉面组,如图 9-25 所示。

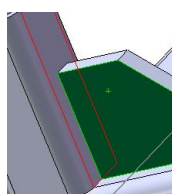


角撑板面

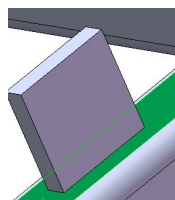


结构构件面

图 9-24 选择【面组 1】



结构构件面







平板焊件面

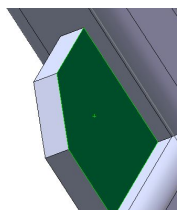
图 9-25 选择【面组 2】

(3) 在图形区域沿交叉实体之间的边线显示圆角焊缝的预览。

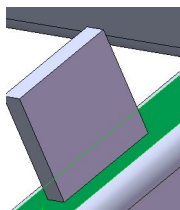


系统会根据选择的【选择面组 1】和【选择面组 2】指定虚拟边线。

(4) 在【对边】选项组中选择【焊缝类型】,设置【圆角大小】的数值,单击【面组 1】选择框,在图形区域选择一个面组,如图 9-26 所示;单击【选择面组 1】选择框,在图形区域选择一个交叉面组(为【箭头边】选项组中【选择面组 2】所选择的同一个面组),如图 9-27 所示。

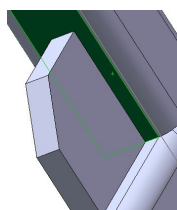


角撑板面

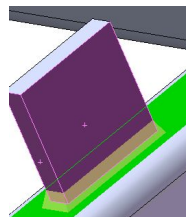


结构构件面

图 9-26 选择【面组 1】




结构构件面

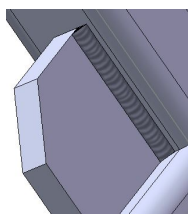


平板焊件面

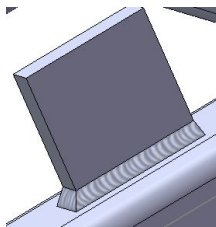
图 9-27 选择【面组 2】

(5) 在图形区域沿交叉实体之间的边线显示圆角焊缝的预览,单击【确定】按钮,

如图 9-28 所示。



结构构件和角撑板之间的圆角焊缝



结构构件和平板焊件之间的圆角焊缝

图 9-28 生成圆角焊缝

## 9.5 子焊件和焊件工程图

下面讲解子焊件和焊件工程图的相关内容。

### 9.5.1 子焊件

子焊件将复杂模型分为管理更容易的实体。子焊件包括列举在【特征管理器设计树】的【切割清单】中的任何实体，包括结构构件、顶端盖、角撑板、圆角焊缝及使用【剪裁/延伸】命令所剪裁的结构构件。

(1) 在焊件模型的【特征管理器设计树】中，展开【切割清单】。

(2) 选择要包含在子焊件中的实体，可以使用键盘上的 Shift 键或者 Ctrl 键进行批量选择，所选实体在图形区域呈高亮显示。

(3) 用鼠标右键单击选择的实体，在弹出的菜单中选择【生成子焊件】命令，如图 9-29 所示，包含所选实体的【子焊件】文件夹出现在【切割清单】中。

(4) 用鼠标右键单击【子焊件】文件夹，在弹出的菜单中选择【插入到新零件】命令，如图 9-30 所示。子焊件模型在新的 SolidWorks 窗口中打开，并弹出【另存为】对话框。



图 9-29 快捷菜单



图 9-30 快捷菜单

(5) 设置【文件名】，单击【保存】按钮，在焊件模型中所作的更改扩展到子焊件模型中。

### 9.5.2 焊件工程图





焊件工程图包括整个焊件零件的视图、焊件零件单个实体的视图（即相对视图）、焊件切割清单、零件序号、自动零件序号、剖面视图的备选剖面线等。

所有配置在生成零件序号时均参考同一切割清单。即使零件序号是在另一视图中生成的，也会与切割清单保持关联。附加到整个焊件工程图视图中的实体的零件序号及附加到

只显示实体的工程图视图中同一实体的零件序号具有相同的项目号。

如果将自动零件序号插入到焊件的工程图中, 而该工程图不包含切割清单, 则会提示是否生成切割清单。如果删除切割清单, 所有与该切割清单相关的零件序号的项目号都会变为 1。

## 9.6 焊件切割清单

当第一个焊件特征被插入到零件中时, 【实体】文件夹会重新命名为【切割清单】, 用来显示要包括在切割清单中的项目。图标表示切割清单需要更新, 图标表示切割清单已更新。






切割清单中所有焊件实体的选项在新的焊件零件中默认打开。如果希望关闭, 可用鼠标右键单击【切割清单】图标, 在弹出的菜单中取消选择【自动】命令, 如图 9-31 所示。



图 9-31 快捷菜单

### 9.6.1 生成切割清单的操作步骤

#### 1. 更新切割清单

在焊件零件的【特征管理器设计树】中, 用鼠标右键单击【切割清单】图标, 在弹出的菜单中选择【更新】命令, 如图 9-32 所示, 【切割清单】图标变为。相同项目在【切割清单】项目子文件夹中列组。

#### 2. 将特征排除在切割清单外

焊缝不包括在切割清单中, 可以选择其他也可排除在外的特征。如果需要将特征排除在切割清单之外, 可用鼠标右键单击特征, 在弹出的菜单中选择【制作焊缝】命令, 如图 9-33 所示。

#### 3. 将切割清单插入到工程图中


(1) 在工程图中, 单击【表格】工具栏中的【焊件切割清单】按钮, 或者选择【插入】|【表格】|【焊件切割清单】菜单命令, 系统弹出【焊件切割清单】属性管理器, 如图 9-34 所示。



图 9-32 快捷菜单

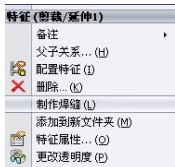



图 9-33 快捷菜单



图 9-34 【焊件切割清单】属性管理器

(2) 选择一个工程视图, 设置【焊件切割清单】属性, 单击【确定】按钮。

如果在属性设置中取消启用【附加到定位点】, 可在图形区域单击鼠标左键以放置切割

清单。



在零件文件中确认剪裁结构构件，这样正确的长度会出现在工程图的切割清单中。

### 9.6.2 自定义属性

焊件切割清单包括项目号、数量及切割清单自定义属性。在焊件零件中，属性包含在使用库特征零件轮廓从结构构件所生成的切割清单项目中，包括【说明】、【长度】、【角度1】、【角度2】等，可以将这些属性添加到切割清单项目中。

(1) 在零件文件中，用鼠标右键单击切割清单项目图标，在弹出的菜单中选择【属性】命令，如图 9-35 所示。

(2) 在如图 9-36 所示的【切割清单属性】对话框中，设置【属性名称】、【类型】和【数值/文字表达】。



图 9-35 快捷菜单

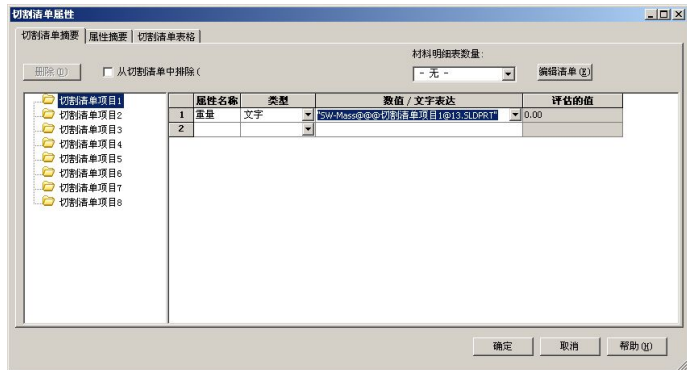


图 9-36 【切割清单属性】对话框

(3) 根据需要重复前面的步骤，单击【确定】按钮完成操作。

## 9.7 设计范例

焊件设计在构件类路径中经常用到，【焊缝】命令也可以将各种类型的焊缝零件添加到装配体中，生成的焊缝属于装配体特征。本节主要通过一个实际的设计范例介绍基本焊件的操作方法，范例的焊件模型如图 9-37 所示，这是一个框架结构的焊件。下面介绍具体的操作步骤。

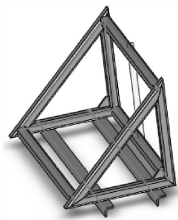



图 9-37 焊件模型


### 9.7.1 建立结构件轮廓

(1) 打开 SolidWorks 2011，单击界面上方工具栏的  【新建】按钮，系统打开【新建 SolidWorks 文件】对话框，单击【零件】按钮，单击【确定】按钮，进入工作环境。


(2) 选择【文件】|【另存为】菜单命令，系统弹出【另存为】对话框，选择合适的文件夹，在【文件名】文本框中输入零件名称“09 焊件”，单击【保存】按钮。





(3) 用鼠标右键单击工具栏, 弹出快捷菜单, 选择【焊件】命令, 打开【焊件】工具栏。

(4) 在【特征管理器设计树】中选择【上视基准面】, 再单击【草图】工具栏中的  【草图绘制】按钮, 草绘结构件轮廓。

(5) 草绘一个图形, 并标注尺寸, 如图 9-38 所示, 单击  【退出】按钮。

(6) 在【特征管理器设计树】中选择【前视基准面】, 再单击【草图】工具栏中的  【草图绘制】按钮, 草绘结构件轮廓。

(7) 草绘一个图形, 并标注尺寸, 如图 9-39 所示, 单击  【退出】按钮。

(8) 在【特征管理器设计树】中选择【右视基准面】, 再单击【草图】工具栏中的  【草图绘制】按钮, 草绘结构件轮廓。

(9) 草绘一个图形, 并标注尺寸, 如图 9-40 所示, 单击  【退出】按钮。

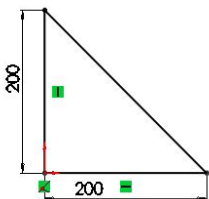


图 9-38 草绘图形

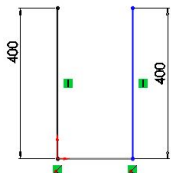


图 9-39 草绘图形

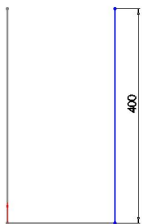





图 9-40 草绘图形

### 9.7.2 建立结构件

(1) 单击【焊件】工具栏中的  【焊件】按钮, 在【特征管理器设计树】中添加焊件, 进行焊件操作。

(2) 单击【焊件】工具栏中的  【结构构件】按钮, 打开【结构构件】属性管理器, 选择【标准】为【iso】, 【类型】为【方形管】, 【大小】为【20×20×2】, 单击【组】选择框选择路径, 如图 9-41 所示。

(3) 按住 Ctrl 键, 在绘图区选择三条路径, 如图 9-42 所示。

(4) 单击两条边交界处的圆球, 弹出【边角处理】对话框, 如图 9-43 所示, 单击  【终端斜接】按钮, 其他交界处同此操作。

(5) 在【结构构件】属性管理器中单击【新组】按钮, 选定新的构件路径, 如图 9-44 所示。

(6) 按住 Ctrl 键, 在绘图区选择三条路径, 如图 9-45 所示。

(7) 单击【结构构件】属性管理器中的  【确定】按钮, 完成的模型如图 9-46 所示。


(8) 选择【插入】|【参考几何体】|【基准面】菜单命令, 打开【基准面】属性管理器, 如图 9-47 所示; 单击选择参照面, 如图 9-48 所示, 设置【偏移距离】为【215mm】, 单击  【确定】按钮。



图 9-41 【结构构件】的属性设置

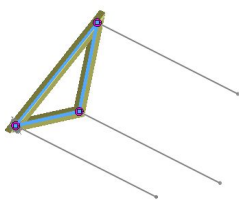


图 9-42 选择三条边



图 9-43 【边角处理】对话框

(9) 单击【特征】工具栏中的【镜向】按钮，弹出【镜向】属性管理器，如图 9-49 所示，选择【要镜向的实体】，如图 9-50 所示，再选择作为镜向面的基准面，单击【确定】按钮。完成镜向的实体如图 9-51 所示。



图 9-44 选择新的路径

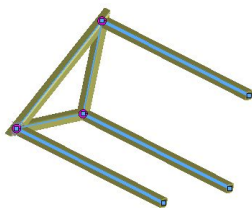


图 9-45 选择构件路径

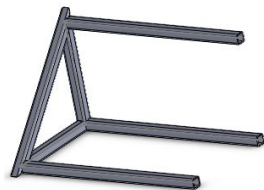


图 9-46 完成的模型



图 9-47 【基准面】的属性设置

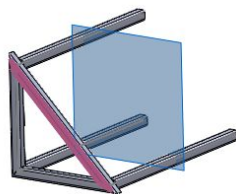


图 9-48 选择偏移平面

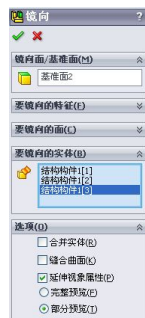


图 9-49 【镜向】的属性设置

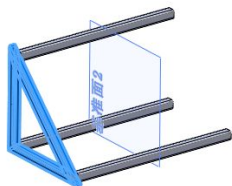


图 9-50 选择镜向实体

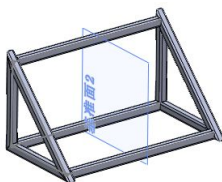






图 9-51 镜向实体

### 9.7.3 建立角撑板

(1) 单击【焊件】工具栏中的【角撑板】按钮，打开【角撑板】属性管理器，如图 9-52 所示，使用默认设置，在绘图区选择两个相交平面，如图 9-53 所示，单击【确定】按钮。

(2) 完成的角撑板如图 9-54 所示。

(3) 单击【焊件】工具栏中的【倒角】按钮，弹出【倒角】属性管理器，如图 9-55 所示，选择倒角边线，如图 9-56 所示，设置【倒角距离】为【5mm】，【角度】为【45°】，单击【确定】按钮。

(4) 角撑板的另一边同样进行倒角操作，其【角度】为【90°】，如图 9-57 所示。

(5) 运用相同的方法在框架的另一个角建立角撑板，如图 9-58 所示。



图 9-52 【角撑板】的属性设置



图 9-53 选择相交平面

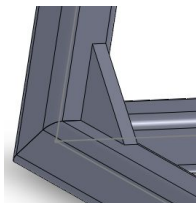


图 9-54 角撑板



图 9-55 【倒角】的属性设置

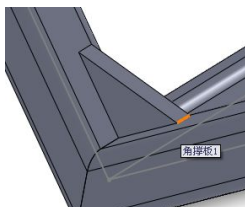


图 9-56 选择边线

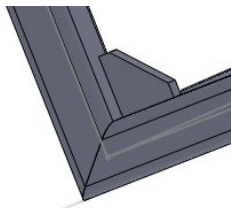


图 9-57 倒角操作

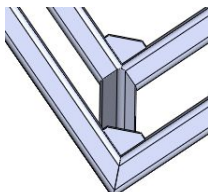






图 9-58 建立完成的角撑板

### 9.7.4 建立支撑零件

(1) 单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，选择框架底部作为草绘平面，如图 9-59 所示，进行草绘。

(2) 绘制两条直线，如图 9-60 所示，单击【退出】按钮。

(3) 单击【焊件】工具栏中的【结构构件】按钮，弹出【结构构件】属性管理器，选择【标准】为【iso】，【类型】为【角铁】，【大小】为【20×20×3】，如图 9-61 所示，单击【确定】按钮。


(4) 完成构件结构的模型如图 9-62 所示。至此，这个范例就制作完成了，最后，单击【保存】按钮，完成保存即可。



图 9-59 选择草绘平面

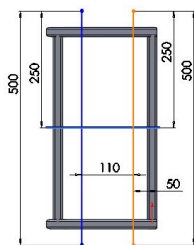


图 9-60 草绘图形



图 9-61 【结构构件】的属性设置

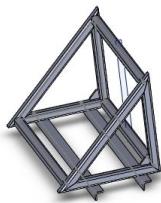


图 9-62 完成的模型

## 第 10 章 工程图设计

工程图是用来表达三维模型的二维图样，通常包含一组视图、完整的尺寸、技术要求、标题栏等内容。在工程图设计中，可以利用 SolidWorks 设计的实体零件和装配体直接生成所需视图，也可以基于现有的视图生成新的视图。

工程图是产品设计的重要技术文件，一方面体现了设计成果，另一方面也是指导生产的参考依据。在产品的生产制造过程中，工程图还是设计人员进行交流和提高工作效率的重要工具，是工程界的技术语言。SolidWorks 提供强大的工程图设计功能，用户可以很方便地借助于零部件或者装配体三维模型生成所需的各个视图，包括剖视图、局部放大视图等。

SolidWorks 在工程图与零部件或者装配体三维模型之间提供全相关的功能，即对零部件或者装配体三维模型进行修改时，所有相关的工程视图将自动更新以反映零部件或者装配体的形状和尺寸变化；反之，当在一个工程图中修改零部件或者装配体尺寸时，系统也自动将相关的其他工程视图及三维零部件或者装配体中相应结构的尺寸进行更新。


需要注意的是，用户在使用 SolidWorks 软件时，一定要注意与我国技术制图国家标准的联系和区别，以便正确使用软件提供的各项功能。


### 10.1 工程图基本设置


下面讲解工程图的线型、图层及图纸格式等的设置方法。


#### 10.1.1 工程图线型设置


对于视图中图线的线色、线粗、线型、颜色显示模式等，可利用【线型】工具栏进行设置。【线型】工具栏如图 10-1 所示。

(1)  【图层属性】：设置图层属性（如颜色、厚度、样式等），将实体移动到图层中，然后为新的实体选择图层。

(2)  【线色】：可对图线颜色进行设置。

(3)  【线粗】：单击该按钮，会弹出如图 10-2 所示的【线粗】菜单，可对图线粗细进行设置。

(4)  【线条样式】：单击该按钮，会弹出如图 10-3 所示的【线条样式】菜单，可对图线样式进行设置。

(5)  【颜色显示模式】：单击该按钮，线色会在所设置的颜色中进行切换。

在工程图中如果需要对线型进行设置，一般在绘制草图实体之前，先利用【线型】工具栏中的【线色】、【线粗】和【线条样式】按钮对要绘制的图线设置所需的格式，这样可使被添加到工程图中的草图实体均使用指定的线型格式，直到重新设置另一种格式为止。



图 10-1 【线型】工具栏



图 10-2 【线粗】菜单

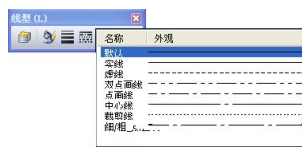


图 10-3 【线条样式】菜单

如果需要改变直线、边线或草图视图的格式，可先选择需要更改的直线、边线或草图实体，然后利用【线型】工具栏中的相应按钮进行修改，新格式将被应用到所选视图中。

### 10.1.2 工程图图层设置

在工程图文件中，用户可根据需求建立图层，并为每个图层上生成的新实体指定线条颜色、线条粗细和线条样式。新的实体会自动添加到激活的图层中。图层可以被隐藏或显示。另外，还可将实体从一个图层移动到另一个图层。创建好工程图的图层后，可分别为每个尺寸、注解、表格和视图标号等局部视图选择不同的图层设置。例如，可创建两个图层，将其中一个分配给直径尺寸，另一个分配给表面粗糙度注解。可在文档层设置各个局部视图的图层，无须在工程图中切换图层即可应用自定义图层。

可以将尺寸和注解（包括注释、区域剖面线、块、折断线、局部视图图标、剖面线及表格等）移动到图层上并使用图层指定的颜色。

草图实体使用图层的所有属性。

可将零件或装配体工程图中的零部件移动到图层。【零部件线型】对话框中包括一个用于为零部件选择命名图层的清单，如图 10-4 所示。

如果将\*.DXF 或者\*.DWG 文件输入到 SolidWorks 工程图中，会自动生成图层。在最初生成\*.DXF 或\*.DWG 文件的系统中指定的图层信息（如名称、属性和实体位置等）将保留。

如果将带有图层的工程图作为\*.DXF 或\*.DWG 文件输出，则图层信息包含在文件中。当在目标系统中打开文件时，实体都位于相同图层上，并且具有相同的属性，除非使用映射将实体重新导向新的图层。

在工程图中，单击【线型】工具栏中的【图层属性】按钮，可进行相关的图层操作。

#### 1. 建立图层


(1) 在工程图中，单击【线型】工具栏中的【图层属性】按钮，弹出如图 10-5 所示的【图层】对话框。



图 10-4 【零部件线型】对话框



图 10-5 【图层】对话框



(2) 单击【新建】按钮,输入新图层的名称。

(3) 更改图层默认图线的颜色、样式和粗细等。

- **【颜色】**:单击【颜色】下的方框,弹出【颜色】对话框,可选择或设置颜色,如图 10-6 所示。
- **【样式】**:单击【样式】下的图线,在弹出的菜单中选择图线样式,如图 10-7 所示。
- **【厚度】**:单击【厚度】下的直线,在弹出的菜单中选择图线的粗细,如图 10-8 所示。



图 10-6 【颜色】对话框



图 10-7 选择样式

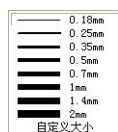


图 10-8 选择粗细

(4) 单击【确定】按钮,可为文件建立新的图层。

## 2. 图层操作

(1) ➡ 图标所指示的图层为激活的图层。如果要激活图层,可单击图层左侧,则所添加的新实体会出现在激活的图层中。

(2) 💡 图标表示图层打开或关闭的状态。当灯泡为黄色时,图层可见。单击某一图层的 💡 图标,则可显示或隐藏该图层。

(3) 如果要删除图层,先选择图层,然后单击【删除】按钮。

(4) 如果要移动实体到激活的图层,选择工程图中的实体,然后单击【移动】按钮,即可将其移动至激活的图层。

(5) 如果要更改图层名称,则单击图层名称,输入新名称即可。

### 10.1.3 图纸格式设置

当生成新的工程图时,必须选择图纸格式。图纸格式可采用标准图纸格式,也可自定义和修改图纸格式。通过对图纸格式的设置,有助于生成具有统一格式的工程图。

图纸格式主要用于保存图纸中相对不变的部分,如图框、标题栏和明细栏等。

#### 1. 图纸格式的属性设置

(1) 标准图纸格式。

SolidWorks 提供各种标准图纸大小的图纸格式,可在【图纸格式/大小】对话框的【标准图纸大小】列表框中进行选择。其中 A 格式相当于 A4 规格的纸张尺寸, B 格式相当于 A3 规格的纸张尺寸,依次类推。单击【浏览】按钮,可加载用户自定义的图纸格式。【图纸格式/大小】对话框如图 10-9 所示。

**【显示图纸格式】**:显示边框、标题栏等。

(2) 无图纸格式。

**【自定义图纸大小】**选项可定义无图纸格式,即选择无边框、标题栏的空白图纸。此选

项要求指定纸张大小，用户也可定义自己的格式，如图 10-10 所示。



图 10-9 【图纸格式/大小】对话框



图 10-10 选中【自定义图纸大小】单选按钮

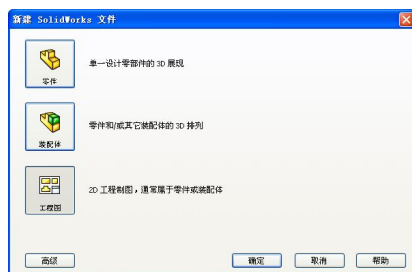


图 10-11 【新建 SolidWorks 文件】对话框

## 2. 使用图纸格式的操作步骤

(1) 单击【标准】工具栏中的 【新建】按钮，弹出如图 10-11 所示的【新建 SolidWorks 文件】对话框。

(2) 单击【工程图】按钮，单击【确定】按钮，弹出【图纸格式/大小】对话框，根据需要设置参数，单击【确定】按钮。

## 10.1.4 编辑图纸格式

生成一个工程图文件后，可随时对图纸大小、图纸格式、绘图比例、投影类型等图纸细节进行修改。

在【特征管理器设计树】中，用鼠标右键单击 图标，或在工程图纸的空白区域单击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【属性】命令，如图 10-12 所示，弹出【图纸属性】对话框，如图 10-13 所示。

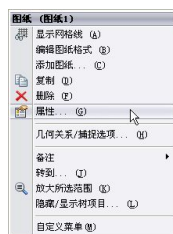


图 10-12 快捷菜单



图 10-13 【图纸属性】对话框

【图纸属性】对话框中各选项如下。

(1) 【投影类型】：为标准三视图投影选择【第一视角】或【第三视角】（我国采用的是【第一视角】）。

(2) 【下一视图标号】：指定用做下一个剖面视图或局部视图标号的英文字母。

(3) 【下一基准标号】：指定用做下一个基准特征标号的英文字母。

(4) 【使用模型中此处显示的自定义属性值】：如果在图纸上显示了一个以上的模型，

且工程图中包含链接到模型自定义属性的注释，则选择希望使用的属性所在的模型视图；如果没有另外指定，则将使用图纸第一个视图中的模型属性。

## 10.2 工程图文件

工程图文件是 SolidWorks 设计文件的一种。在一个 SolidWorks 工程图文件中可以包含多张图纸，这使得用户可以利用同一个文件生成一个零件的多张图纸或者多个零件的工程图，如图 10-14 所示。

工程图文件窗口可以分成两部分。左侧区域为文件的管理区域，显示了当前文件的所有图纸、图纸中包含的工程视图等内容；右侧图纸区域可以认为是传统意义上的图纸，包含图纸格式、工程视图、尺寸、注解、表格等工程图样所必需的内容。

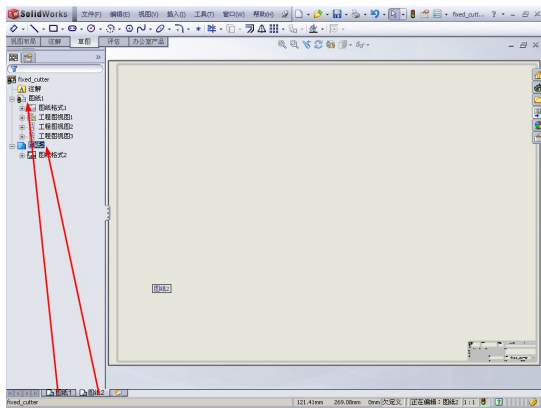


图 10-14 工程图文件中的多张图纸

### 10.2.1 设置多张工程图纸

在工程图文件中可以随时添加多张图纸。

(1) 选择【插入】|【图纸】菜单命令，或者在【特征管理器设计树】中用鼠标右键单击如图 10-15 所示的图纸图标，在弹出的菜单中选择【添加图纸】命令，生成新的图纸。

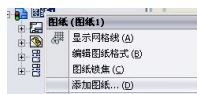


图 10-15 快捷菜单

(2) 如果需要更改图纸格式，可以按照本章 10.1.3 节介绍的内容操作。

### 10.2.2 激活图纸

如果需要激活图纸，可以采用如下方法之一。

(1) 在图纸区域下方单击要激活的图纸的图标。

(2) 用鼠标右键单击图纸区域下方要激活的图纸的图标，在弹出的菜单中选择【激活】命令，如图 10-16 所示。

(3) 用鼠标右键单击【特征管理器设计树】中的图纸图标，在弹出的菜单中选择【激活】命令，如图 10-17 所示。

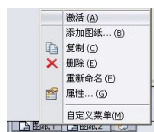


图 10-16 快捷菜单



图 10-17 快捷菜单

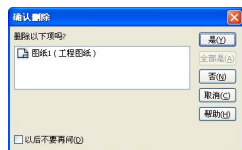


图 10-18 【确认删除】对话框

### 10.2.3 删除图纸

(1) 用鼠标右键单击【特征管理器设计树】中要删除的图纸图标，在弹出的菜单中选择【删除】命令。

(2) 弹出【确认删除】对话框，单击【是】按钮即可删除图纸，如图 10-18 所示。

## 10.3 工程视图设计

工程视图是指在图纸中生成的所有视图。在 SolidWorks 中，用户可以根据需要生成各种零件模型的表达视图，如投影视图、剖面视图、局部放大视图、轴测视图等。

在生成工程视图之前，应首先生成零部件或者装配体的三维模型，然后根据此三维模型考虑和规划视图，如工程图由几个视图组成、是否需要剖视等，最后再生成工程视图。

新建工程图文件，完成图纸格式的设置后，就可以生成工程视图了。选择【插入】|【工程视图】菜单命令，弹出工程视图菜单，如图 10-19 所示，根据需要，可以选择相应的命令生成工程视图。



图 10-19 工程视图菜单

【投影视图】：指从主、俯、左三个方向插入视图。

【辅助视图】：垂直于所选参考边线的视图。

【剖面视图】：可以用一条剖切线分割父视图。剖面视图可以是直切剖面或者是用阶梯剖切线定义的等距剖面。

【旋转剖视图】：与剖面视图相似，但旋转剖面的剖切线由连接到一个夹角的两条或者多条线组成。

【局部视图】：通常是以放大比例显示一个视图的某个部分，可以是正交视图、空间（等轴测）视图、剖面视图、剪裁视图、爆炸装配体视图或者另一局部视图等。

【相对于模型】：正交视图，由模型中两个直交面或者基准面及各自的具体方位的规格定义。

【标准三视图】：前视视图为模型视图，其他两个视图为投影视图，使用在图纸属性中所指定的第一视角或者第三视角投影法。

【断开的剖视图】：是现有工程视图的一部分，而不是单独的视图。可以用闭合的轮廓（通常是样条曲线）定义断开的剖视图。

【断裂视图】：也称为中断视图。断裂视图可以将工程图视图以较大比例显示在较小的工程图纸上。与断裂区域相关的参考尺寸和模型尺寸反映实际的模型数值。

【剪裁视图】：除了局部视图、已用于生成局部视图的视图或者爆炸视图，用户可以

根据需要裁剪任何工程视图。

10.3.1 标准三视图

标准三视图可生成三个默认的正交视图，其中主视图方向为零件或装配体的前视投影视图，其他两个为俯视投影图及左视投影图，其投影类型规则按照图纸格式设置的第一视角或第三视角投影法进行。

在标准三视图中，主视图、俯视图及左视图有固定的对齐关系。主视图与俯视图长度方向对齐，主视图与左视图高度方向对齐，俯视图与左视图宽度相等。俯视图可以竖直移动，左视图可以水平移动。

下面介绍标准三视图的属性设置。



单击【工程图】工具栏中的【标准三视图】按钮或者选择【插入】|【工程图视图】|【标准三视图】菜单命令，系统弹出【标准三视图】属性管理器，如图 10-20 所示，鼠标指针变为形状。





图 10-20 【标准三视图】属性管理器

10.3.2 投影视图

投影视图是根据已有视图利用正交投影生成的视图。投影视图的投影方法是根据【图纸属性】对话框中所设置的第一视角或者第三视角投影类型而确定的。






下面介绍投影视图的属性设置。

单击【工程图】工具栏中的【投影视图】按钮或者选择【插入】|【工程图视图】|【投影视图】菜单命令，系统弹出【投影视图】属性管理器，如图 10-21 所示，鼠标指针变为形状。

1. 【箭头】选项组

【标号】：表示按相应父视图的投影方向得到的投影视图的名称。

2. 【显示样式】选项组

【使用父关系样式】：取消启用该复选框，可以选择父视图不同的显示样式，显示样式包括【线架图】、【隐藏线可见】、【消除隐藏线】、【带边线上色】和【上色】。

3. 【比例】选项组

(1) 【使用父关系比例】单选按钮：可以应用为父视图所使用的相同比例。

(2) 【使用图纸比例】单选按钮：可以应用为工程图图纸所使用的相同比例。

(3) 【使用自定义比例】单选按钮：可以根据需要应用自定义的比例。




图 10-21 【投影视图】属性管理器

10.3.3 剪裁视图

生成剪裁视图的操作步骤如下。

(1) 新建工程图文件，生成零部件模型的工程视图。

(2) 单击要生成剪裁视图的工程视图，使用草图绘制工具绘制一条封闭的轮廓，如图 10-22 所示。

(3) 选择封闭的剪裁轮廓，单击【工程图】工具栏中的【剪裁视图】按钮，或者选择【插入】|【工程图视图】|【剪裁视图】菜单命令。此时，剪裁轮廓以外的视图消失，生成剪裁视图，如图 10-23 所示。

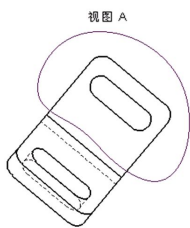


图 10-22 绘制剪裁轮廓




图 10-23 生成剪裁视图

### 10.3.4 局部视图

局部视图是一种派生视图，可以用来显示父视图的某一局部形状，通常采用放大比例显示。局部视图的父视图可以是正交视图、空间（等轴测）视图、剖面视图、剪裁视图、爆炸装配体视图或者另一局部视图，但不能在透视图生成模型的局部视图。

下面介绍局部视图的属性设置。

单击【工程图】工具栏中的【局部视图】按钮，或者选择【插入】|【工程图视图】|【局部视图】菜单命令，系统弹出【局部视图】属性管理器，如图 10-37 所示。

#### 1. 【局部视图图标】选项组


(1) 【样式】：可以选择一种样式，如图 10-24 所示，也可以选中【轮廓】（必须在此之前已经绘制好一条封闭的轮廓曲线）或者【圆】单选按钮，如图 10-25 所示。各样式的选项如图 10-26 所示。




图 10-24 【局部视图】属性管理器



图 10-25 【样式】选项



图 10-26 【样式】的选项

(2) 【标号】：编辑与局部视图相关的字母。



(3) **【字体】**: 如果要为局部视图标号选择文件字体以外的字体, 可先取消启用 **【文件字体】** 复选框, 然后单击 **【字体】** 按钮。

## 2. 【局部视图】选项组

(1) **【完整外形】**: 局部视图轮廓外形全部显示。

(2) **【钉住位置】**: 可以阻止父视图比例更改时局部视图发生移动。

(3) **【缩放剖面线图样比例】**: 可以根据局部视图的比例缩放剖面线图样比例。

## 10.3.5 剖面视图

剖面视图是通过一条剖切线切割父视图而生成, 属于派生视图, 可以显示模型内部的形状和尺寸。剖面视图可以是剖切面或者是用阶梯剖切线定义的等距剖面视图, 并可以生成半剖视图。

下面介绍剖面视图的属性设置。





单击 **【草图】** 工具栏中的  **【中心线】** 按钮, 在激活的视图中绘制单一或者相互平行的中心线 (也可以单击 **【草图】** 工具栏中的  **【直线】** 按钮, 在激活的视图中绘制单一或者相互平行的直线段)。选择绘制的中心线 (或者直线段), 单击 **【工程图】** 工具栏中的  **【剖面视图】** 按钮或者选择 **【插入】|【工程图视图】|【剖面视图】** 菜单命令, 系统弹出 **【剖面视图 B-B】** (根据生成的剖面视图, 字母顺序排序) 属性管理器, 如图 10-27 所示。



图 10-27 **【剖面视图 B-B】** 属性管理器

## 1. 【剖切线】选项组

(1) **【反转方向】**: 反转剖切的方向。

(2)  **【标号】**: 编辑与剖切线或者剖面视图相关的字母。

(3) **【字体】**: 如果剖切线标号选择文件字体以外的字体, 取消启用 **【文档字体】** 复选框, 然后单击 **【字体】** 按钮, 可以为剖切线或者剖面视图相关字母选择其他字体。

## 2. 【剖面视图】选项组

(1) **【部分剖面】**: 当剖切线没有完全切透视图中模型的边框线时, 会弹出剖切线小于视图几何体的提示信息, 并询问是否生成局部剖视图。

(2) **【只显示切面】**: 只有被剖切线切除的曲面出现在剖面视图中。

(3) **【自动加剖面线】**: 启用此复选框, 系统可以自动添加必要的剖面 (切) 线。



(4) **【显示曲面实体】**: 显示实体曲面。

## 10.3.6 旋转剖视图

旋转剖视图可以用来表达具有回转轴的零件模型的内部形状, 生成旋转剖视图的剖切线, 必须由两条连续的线段构成, 并且这两条线段必须具有一定的夹角。

下面介绍旋转剖视图的属性设置。

(1) 在图纸区域激活现有视图。

(2) 单击 **【草图】** 工具栏中的  **【中心线】** 按钮 (或者  **【直线】** 按钮)。

(3) 根据需要, 绘制相交的中心线 (或者直线段)。一般情况下, 交点与回转轴重合, 如图 10-28 所示, 同时选择一条中心线 (或者直线段)。

(4) 单击【工程图】工具栏中的  【旋转剖视图】按钮或者选择【插入】|【工程图视图】|【旋转剖视图】菜单命令, 系统弹出【剖面视图 A-A】(根据生成的剖面视图, 字母顺序排序) 属性管理器。在图纸区域拖动鼠标指针, 显示视图的预览。单击鼠标左键, 将旋转剖视图放置在合适位置, 单击  【确定】按钮, 生成旋转剖视图, 如图 10-29 所示。

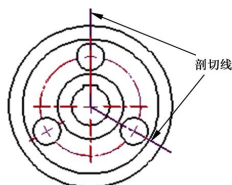


图 10-28 绘制剖切线

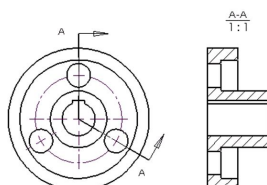



图 10-29 生成旋转剖视图

### 10.3.7 断裂视图

对于一些较长的零件 (如轴、杆、型材等), 如果沿着长度方向的形状统一 (或者按一定规律) 变化时, 可以用折断显示的断裂视图来表达, 这样可以将零件以较大比例显示在较小的工程图纸上。断裂视图可以应用于多个视图, 并可根据要求撤销断裂视图。

下面介绍断裂视图的属性设置。

单击【工程图】工具栏中的  【断裂视图】按钮或者选择【插入】|【工程图视图】|【断裂视图】菜单命令, 系统弹出【断裂视图】属性管理器, 如图 10-30 所示。



- (1)  【添加垂直折断线】: 生成断裂视图时, 将视图沿水平方向断开。
- (2)  【添加水平折断线】: 生成断裂视图时, 将视图沿竖直方向断开。
- (3) 【缝隙大小】: 改变折断线缝隙之间的间距量。
- (4) 【折断线样式】: 定义折断线的类型, 如图 10-31 所示, 其效果如图 10-32 所示。



图 10-30 【断裂视图】属性管理器



图 10-31 【折断线样式】选项

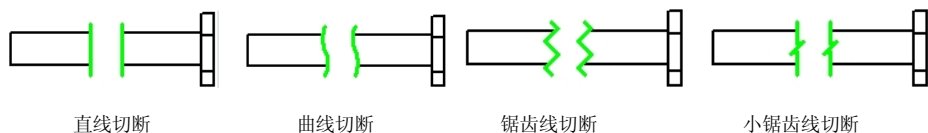


图 10-32 不同折断线样式的效果


### 10.3.8 相对视图

如果需要零件视图正确、清晰地表达零件的形状结构, 使用模型视图和投影视图生成

的工程视图可能会不符合实际情况。此时可以利用相对视图自行定义主视图，解决零件视图定向与工程视图投影方向的矛盾。

相对视图是一个相对于模型中所选面的正交视图，由模型的两个直交面及各自的具体方位规格定义。通过在模型中依次选择两个正交平面或者基准面并指定所选面的朝向，生成特定方位的工程视图。相对视图可以作为工程视图中的第一个基础正交视图。

下面介绍相对视图的属性设置。

选择【插入】|【工程图视图】|【相对于模型】菜单命令，系统弹出【相对视图】属性管理器，如图 10-33 所示，鼠标指针变为形状。

(1) 【第一方向】：选择方向（如图 10-34 所示），然后单击【第一方向的面/基准面】选择框，在图纸区域选择一个面或者基准面。

(2) 【第二方向】：选择方向，然后单击【第二方向的面/基准面】选择框，在图纸区域选择一个面或基准面。



图 10-33 【相对视图】属性管理器



图 10-34 【第一方向】选项

## 10.4 尺寸标注

下面对尺寸标注进行简要的介绍，并讲解添加尺寸标注的操作步骤。

### 10.4.1 尺寸标注概述

工程图中的尺寸标注是与模型相关联的，而且模型中的变更会反映到工程图中。

(1) 模型尺寸。通常在生成每个零件特征时即生成尺寸，然后将这些尺寸插入各个工程视图中。在模型中改变尺寸会更新工程图，在工程图中改变插入的尺寸也会改变模型。

(2) 为工程图标注。当生成尺寸时，可指定在插入模型尺寸到工程图中时是否应包括尺寸在内。用右键单击尺寸并选择为工程图标注。也可指定为工程图所标注的尺寸自动插入到新的工程视图中。选中【工具】|【选项】菜单命令，在弹出的对话框中打开【文档属性】选项卡，选中左侧【出详图】选项，可以在其中设置视图生成时自动插入的尺寸类型，包括孔、圆角和槽的中心符号等（此处为 SolidWorks 2011 新增功能）。

(3) 参考尺寸。也可以在工程图文档中添加尺寸，但是这些尺寸是参考尺寸，并且是从动尺寸；不能通过编辑参考尺寸的数值而更改模型。但是，当模型的标注尺寸改变时，参考尺寸值也会改变。

(4) 颜色。在默认情况下，模型尺寸为黑色，还包括零件或装配体文件中以蓝色显示的尺寸（如拉伸深度）。参考尺寸以灰色显示，并默认带有括号。可在工具、选项、系统选项、颜色中为各种类型尺寸指定颜色，并在工具、选项、文件属性、尺寸标注中指定添加默认括号。

(5) 箭头。尺寸被选中时尺寸箭头上出现圆形控标。当单击箭头控标时（如果尺寸有


两个控标，可以单击任意一个控标），箭头向外或向内反转。用右键单击控标时，箭头样式清单出现。可以使用此方法单独更改任何尺寸箭头的样式。

(6) 选择。可通过单击尺寸的任何地方，包括尺寸和延伸线及箭头来选择尺寸。

(7) 隐藏和显示尺寸。可使用工程图工具栏上的隐藏/显示注解或视图菜单来隐藏和显示尺寸，也可用右键单击尺寸，然后选择隐藏或显示尺寸。还可在注解视图中隐藏和显示尺寸。

(8) 隐藏和显示直线。若要隐藏一条尺寸线或延伸线，可用右键单击直线，然后选择隐藏尺寸线或隐藏延伸线命令。若想显示隐藏线，可用右键单击尺寸或一条可见直线，然后选择显示尺寸线或显示延伸线命令。

### 10.4.2 添加尺寸标注的操作步骤

(1) 单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【智能尺寸】按钮，或单击【工具】|【标注尺寸】|【智能尺寸】菜单命令。

(2) 单击要标注尺寸的几何体，如表 10-1 所示。

表 10-1 标注尺寸


标注项目	单击……
直线或边线的长度	直线
两直线之间的角度	两条直线，或一条直线和模型上的一条边线
两直线之间的距离	两条平行直线，或一条直线与一条平行的模型边线
点到直线的垂直距离	点及直线或模型边线
两点之间的距离	两个点
圆弧半径	圆弧
圆弧真实长度	圆弧及两个端点
圆的直径	圆周
一个或两个实体为圆弧或圆时的距离	圆心或圆弧/圆的圆周，及其他实体（直线、边线、点等）
线性边线的中点	用右键单击要标注中点尺寸的边线，然后单击选择中点；接着选择第二个要标注尺寸的实体

(3) 单击以放置尺寸。

## 10.5 注解和注释

利用注释工具可以在工程图中添加文字信息和一些特殊要求的标注形式。注释文字可以独立浮动，也可以指向某个对象（如面、边线或者顶点等）。注释中可以包含文字、符号、参数文字或者超文本链接。如果注释中包含引线，则引线可以是直线、折弯线或者多转折引线。

### 10.5.1 注释的属性设置

单击【注解】工具栏中的【注解】按钮或者选择【插入】|【注解】|【注释】菜单命令，系统弹出【注释】属性管理器，如图 10-35 所示。

## 1. 【样式】选项组



注释有两种类型。如果在【注释】中输入文本并将其另存为常用注释，则该文本会随注释属性保存。当生成新注释时，选择该常用注释并将注释放置在图形区域，注释便会与该文本一起出现。如果选择文件中的文本，然后选择一种常用类型，则会应用该常用类型的属性，而不更改所选文本；如果生成不含文本的注释并将其另存为常用注释，则只保存注释属性。

- (1) 【将默认属性应用到所选注释】：将默认类型应用到所选注释中。
- (2) 【添加或更新样式】：单击该按钮，在弹出的对话框中输入新名称，然后单击【确定】按钮，即可将样式添加到文件中，如图 10-36 所示。



图 10-35 【注释】属性管理器




图 10-36 【添加或更新样式】对话框

- (3) 【删除样式】：从【设定当前样式】中选择一种样式，单击该按钮，即可将常用类型删除。
- (4) 【保存样式】：在【设定当前样式】中显示一种常用类型，单击该按钮，在弹出的【另存为】对话框中，选择保存该文件的文件夹，编辑文件名，最后单击【保存】按钮。
- (5) 【装入样式】：单击该按钮，在弹出的【打开】对话框中选择合适的文件夹，然后选择一个或者多个文件，单击【打开】按钮，装入的常用尺寸出现在【设定当前样式】列表中。


## 2. 【文字格式】选项组

- (1) 文字对齐方式：包括 【左对齐】、 【居中】、 【右对齐】和 【套合文字】。
- (2) 【角度】：设置注释文字的旋转角度（正角度值表示逆时针方向旋转）。
- (3) 【插入超文本链接】：单击该按钮，可以在注释中包含超文本链接。
- (4) 【链接到属性】：单击该按钮，可以将注释链接到文件属性。
- (5) 【添加符号】：将鼠标指针放置在需要显示符号的【注释】文本框中，单击【添加符号】按钮，弹出【符号】对话框，选择一种符号，单击【确定】按钮，符号显示在注释中，如图 10-37 所示。
- (6) 【锁定/解除锁定注释】：将注释固定到位。当编辑注释时，可以调整其边界框，

但不能移动注释本身（只可用于工程图）。





(7)  **【插入形位公差】**：可以在注释中插入形位公差符号。

(8)  **【插入表面粗糙度符号】**：可以在注释中插入表面粗糙度符号。

(9)  **【插入基准特征】**：可以在注释中插入基准特征符号。

(10) **【使用文档字体】**：启用该复选框，使用文件设置的字体；取消启用该复选框，**【字体】**按钮处于可选择状态。单击**【字体】**按钮，弹出**【选择字体】**对话框，可以选择字体样式、大小及效果。

### 3. 【引线】选项组

(1) 单击 **【引线】**、 **【多转折引线】**、 **【无引线】**或者 **【自动引线】**按钮，确定是否选择引线。

(2) 单击 **【引线靠左】**、 **【引线向右】**、 **【引线最近】**按钮，确定引线的位置。

(3) 单击 **【直引线】**、 **【折弯引线】**、 **【下画线引线】**按钮，确定引线的样式。




(4) 从**【箭头样式】**中选择一种箭头样式，如图 10-38 所示。如果选择 **【智能箭头】**样式，则应用适当的箭头（如根据出详图标准，将应用到面上、应用到边线上等）到注释中。



图 10-37 选择符号

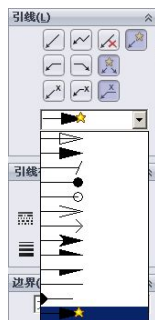


图 10-38 【箭头样式】选项

(5) **【应用到所有】**：将更改应用到所选注释的所有箭头。如果所选注释有多条引线，而自动引线没有被选择，则可以为每个单独引线使用不同的箭头样式。

### 4. 【边界】选项组

(1) **【样式】**：指定边界（包含文字的几何形状）的形状或者无边界，如图 10-39 所示。

(2) **【大小】**：指定文字是否为**【紧密配合】**或者固定的字符数，如图 10-40 所示。



图 10-39 【样式】选项



图 10-40 【大小】选项



### 5. 【图层】选项组

该选项组用来指定注释所在的图层。




### 10.5.2 添加注释的操作步骤

添加注释的操作步骤如下。

(1) 单击【注解】工具栏中的【注解】按钮或者选择【插入】|【注解】|【注解】菜单命令，鼠标指针变为形状，系统弹出【注解】属性管理器。

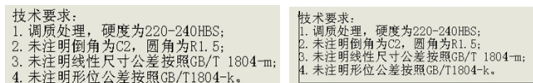
(2) 在图纸区域拖动鼠标指针定义文本框，在文本框中输入相应的注释文字。

(3) 如果有多处需要注释文字，只需在相应位置单击鼠标左键（如图 10-41 所示，左图为无引线注释文字，右图为带引线的注释文字）即可添加新注释，单击【确定】按钮，注释添加完成。

添加注释还可以在工程图图纸区域单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择【注解】|【注解】命令。注释的每个实例均可以修改文字、属性和格式等。

如果需要在注释中添加多条引线，在拖曳注释并放置之前，按住键盘上的 Ctrl 键，注释停止移动，第二条引线即会出现，单击鼠标左键放置引线。

如果需要更改项目符号或者编号的列表缩进，在处于编辑状态时用鼠标右键单击注释，在弹出的菜单中选择【项目符号与编号】命令，如图 10-42 所示。



技术要求:  
1. 调质处理, 硬度为220~240HBS;  
2. 未注明倒角为C2, 圆角为R1.5;  
3. 未注明线性尺寸公差按照GB/T 1804-m;  
4. 未注明形位公差按照GB/T1804-k。

图 10-41 添加注释



图 10-42 快捷菜单

## 10.6 打印工程图

在 SolidWorks 中，可以打印整个工程图纸，也可以只打印图纸中所选的区域。如果使用彩色打印机，可以打印彩色的工程图（默认设置为使用黑白打印），也可以为单独的工程图纸指定不同的设置。

在打印图纸时，要求用户正确安装并设置打印机、页面和线粗等。

### 10.6.1 页面设置

打印工程图前，需要对当前文件进行页面设置。

打开需要打印的工程图文件，选择【文件】|【页面设置】菜单命令，弹出【页面设置】对话框，如图 10-43 所示。

#### 1. 【分辨率和比例】选项组

(1) 【调整比例以套合】（仅对于工程图）：按照使用的纸张大小自动调整工程图的尺寸。

(2) 【比例】：设置图纸打印比例，按照该比例缩放值（即百分比）打印文件。



图 10-43 【页面设置】对话框

程序的报告结果，发送彩色数据到打印机或者绘图机。黑白打印机通常以灰度级打印彩色实体。当彩色打印机或者绘图机使用自动设置进行黑白打印时，选中此单选按钮。

(3) 【黑白】：不论打印机或者绘图机的报告结果如何，均发送黑白数据到打印机或者绘图机。

### 10.6.2 线粗设置

选择【文件】|【打印】菜单命令，弹出【打印】对话框，如图 10-44 所示。

在【打印】对话框中，单击【线粗】按钮，在弹出的【线粗】对话框中设置打印时的线粗，如图 10-45 所示。



图 10-44 【打印】对话框

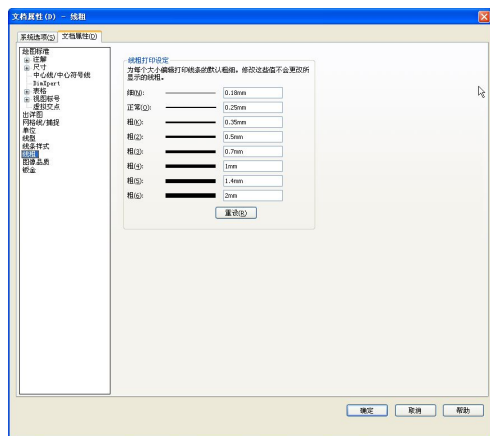


图 10-45 【线粗】对话框

### 10.6.3 打印出图

完成页面设置和线粗设置后，就可以进行打印出图的操作了。

#### 1. 打印整个工程图图纸

选择【文件】|【打印】菜单命令，弹出【打印】对话框。在对话框的【打印范围】选项组中，选中相应的单选按钮并输入想要打印的页数，单击【确定】按钮打印文件。

#### 2. 打印工程图所选区域

选择【文件】|【打印】菜单命令，弹出【打印】对话框。在对话框的【打印范围】选

项组中,选中【当前荧屏图像】单选按钮,启用其后的【选择】复选框,弹出【打印所选区域】对话框,如图10-46所示。

- **【模型比例 (1:1)】**: 默认情况下,选中该单选按钮,表示所选的区域按照实际尺寸打印,即 mm (毫米) 的模型尺寸按照 mm (毫米) 打印。因此,对于使用不同于默认图纸比例的视图,需要使用自定义比例以获得需要的结果。
- **【图纸比例 (10:1)】**: 所选区域按照其在整张图纸中的显示比例进行打印。如果工程图大小和纸张大小相同,将打印整张图纸。
- **【自定义比例】**: 所选区域按照定义的比例因子打印,如图10-47所示,输入比例因子数值,单击【确定】按钮。改变比例因子时,在图纸区域的选择框将发生变化。

拖动选择框到需要打印的区域。可以移动、缩放视图,或者在选择框显示时更换图纸。此外,选择框只能整框拖动,不能拖动单独的边来控制所选区域,如图10-48所示。单击【确定】按钮,完成所选区域的打印。



图 10-46 【打印所选区域】对话框



图 10-47 选中【自定义比例】单选按钮

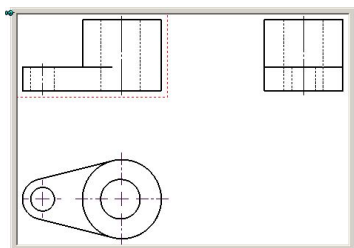


图 10-48 拖动选择框

## 10.7 设计范例

下面通过一个铅笔刀装配体的工程图来详细介绍绘制工程图的一般方法和设计思路。铅笔刀装配体模型如图10-49所示,本节通过范例的操作,为铅笔刀设计完成装配工程图,其结果如图10-50所示。

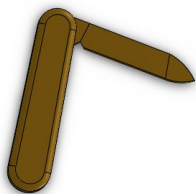


图 10-49 铅笔刀模型

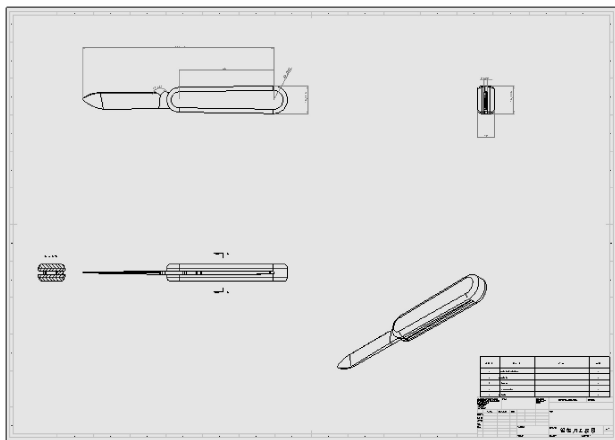



图 10-50 铅笔刀装配工程图

### 10.7.1 建立工程图

下面建立工程图，具体步骤如下。

(1) 打开 SolidWorks 2011，单击  【新建】按钮，系统弹出【新建 SolidWorks 文件】对话框，单击【工程图】按钮，单击【确定】按钮。

(2) 系统弹出【图纸格式/大小】对话框，在【标准图纸大小】选项组选择【A1 (ISO)】选项，如图 10-51 所示，单击【确定】按钮，进入图纸操作界面。


(3) 在【模型视图】属性管理器（如图 10-52 所示）中，可以打开已经创建好的三维零件，直接在图纸上布局草图位置。这里需要先设置图纸，所以单击  【取消】按钮。



图 10-51 【图纸格式/大小】对话框




图 10-52 【模型视图】属性管理器

(4) 选择【文件】|【另存为】菜单命令，弹出【另存为】对话框，在【文件名】文本框中输入“铅笔刀工程图”，单击【保存】按钮。

### 10.7.2 加载模型并添加视图

下面加载模型并添加视图，具体步骤如下。

(1) 单击【视图布局】工具栏中的  【模型视图】按钮，弹出【模型视图】属性管理器，单击【浏览】按钮，弹出【打开】对话框，选择铅笔刀零件，单击【打开】按钮。

(2) 在图纸上选择一个合适区域放置主视图，如图 10-53 所示。同时弹出【投影视图】属性管理器。

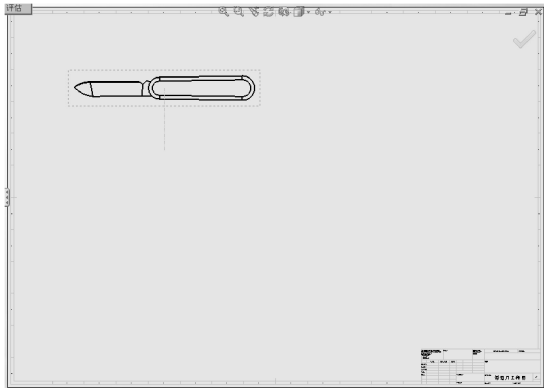


图 10-53 放置主视图后的情况

(3) 移动鼠标，可以在其他合适位置放置其他的视图，如图 10-54 所示为放置好的视图。

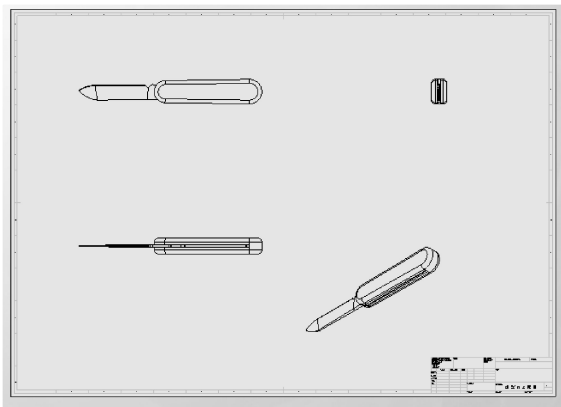


图 10-54 放置好的视图

(4) 单击【投影视图】属性管理器中的  【确定】按钮，完成视图的放置，如图 10-55 所示。

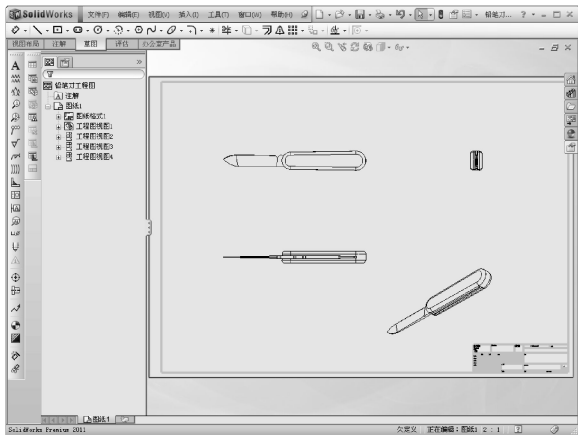


图 10-55 完成放置零件视图

(5) 单击【视图布局】工具栏中的  【剖面视图】按钮，弹出【剖面视图】属性管理器，如图 10-56 所示。

(6) 在要做剖面的部分画一条线段，如图 10-57 所示。



图 10-56 【剖面视图】属性管理器

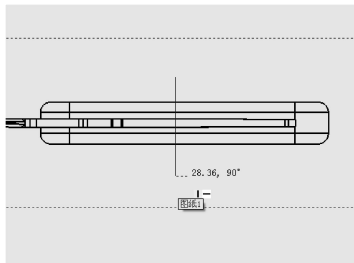


图 10-57 绘制剖面部分的线段

(7) 如果两个装配件相交, 会弹出【剖面视图】对话框, 设置自己需要的选项, 如图 10-58 所示, 单击【确定】按钮。

(8) 将视图移动到合适的位置, 单击就可以放置了, 如图 10-59 所示。

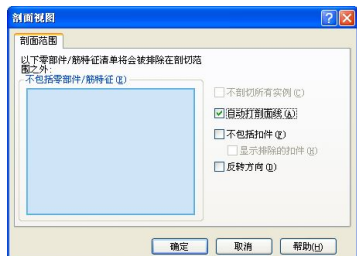


图 10-58 【剖面视图】对话框

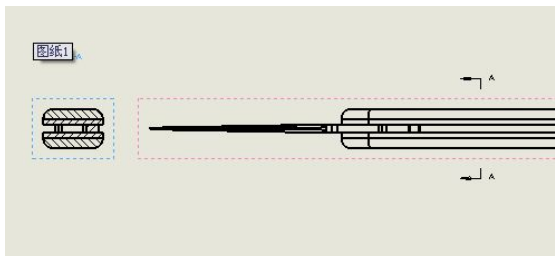



图 10-59 剖面视图

### 10.7.3 尺寸标注

下面进行工程图的尺寸标注, 具体步骤如下。

(1) 单击【注解】工具栏中的  【智能尺寸】按钮, 可以在图纸上标注主要的尺寸, 如图 10-60 所示为标注圆的半径。

(2) 继续使用【智能尺寸】工具, 进行长度的标注, 如图 10-61 所示。

(3) 标注角度的结果如图 10-62 所示。

(4) 最后完成标注的视图如图 10-63 所示。

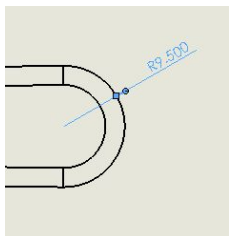


图 10-60 标注圆半径

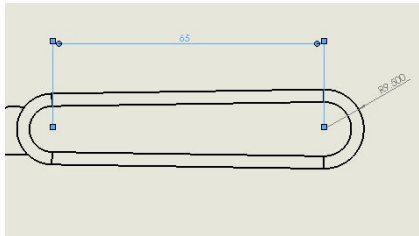


图 10-61 标注长度

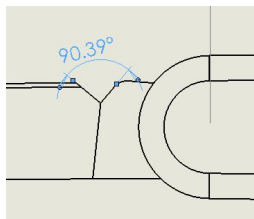


图 10-62 标注角度

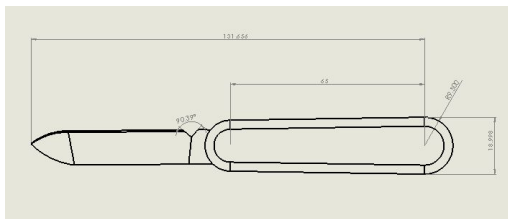



图 10-63 完成标注的视图

### 10.7.4 生成材料清单

最后生成材料清单, 具体步骤如下。

(1) 单击【注解】工具栏【表格】下拉列表的  材料明细表 【材料明细表】按钮, 选择一个视图后的【材料明细表】属性管理器如图 10-64 所示, 可以自由设置表格参数, 完成



后单击【确定】按钮。

(2) 将表格移动到合适位置，系统会自动增加零件名称，如图 10-65 所示。



图 10-64 【材料明细表】属性管理器

项目号	零件号	说明	数量
1	placacentral		1
2	traba		1
3	perno		2
4	cuchilla2		1
5	tapa		2

图 10-65 零件清单

(3) 这样，就得到最后完成的工程图，如图 10-50 所示。选择【文件】|【保存】菜单命令进行保存。

## 第 11 章 钣金设计

钣金类零件结构简单，应用广泛，多用于各种产品的机壳和支架部分。SolidWorks 软件具有强大的钣金建模功能，使用户能方便地建立钣金模型。本章结合具体实例讲解钣金的功能。

熟练使用钣金工具和钣金成形工具可以设计结构复杂的钣金零件，希望读者能够认真学习掌握。

### 11.1 基本术语

在钣金零件设计中经常涉及一些术语，包括折弯系数、折弯系数表、K 因子和折弯扣除等。

#### 11.1.1 折弯系数

折弯系数是沿材料中性轴所测得的圆弧长度。在生成折弯时，可输入数值以指定明确的折弯系数给任何一个钣金折弯。

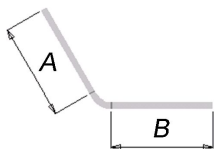


图 11-1 折弯系数中  $A$  和  $B$  的含义

以下方程式用来决定使用折弯系数数值时的总平展长度。

$$L_t = A + B + BA$$

式中： $L_t$  表示总平展长度； $A$  和  $B$  的含义如图 11-1 所示； $BA$  表示折弯系数值。

#### 11.1.2 折弯系数表

折弯系数表指定钣金零件的折弯系数或折弯扣除数值。折弯系数表还包括折弯半径、折弯角度及零件厚度的数值。有两种折弯系数表可供使用，一是带有\*.BTL 扩展名的文本文件，二是嵌入的 Excel 电子表格。

#### 11.1.3 K 因子

K 因子代表中立板相对于钣金零件厚度的位置的比率。带 K 因子的折弯系数使用以下计算公式。

$$BA = \frac{\pi (R + KT) A}{180}$$

式中： $BA$  表示折弯系数值； $R$  表示内侧折弯半径； $K$  表示 K 因子； $T$  表示材料厚度； $A$  表示折弯角度（经过折弯材料的角度）。

#### 11.1.4 折弯扣除

折弯扣除，通常是指回退量，也是一个通过简单算法来描述钣金折弯的过程。在生成折弯时，可以通过输入数值来给任何钣金折弯指定一个明确的折弯扣除。

以下方程用来决定使用折弯扣除数值时的总平展长度：

$$L_t = A + B - BD$$

式中： $L_t$ 表示总平展长度； $A$ 和 $B$ 的含义如图 11-2 所示； $BD$ 表示折弯扣除值。

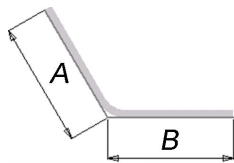



图 11-2 折弯扣除中  $A$  和  $B$  的含义


## 11.2 钣金特征设计


生成钣金特征有两种方法，一是利用钣金工具直接生成，二是将零件进行转换。

### 11.2.1 利用钣金工具直接生成钣金特征


下面的 3 个特征分别代表钣金的 3 个基本操作。


(1) 钣金 ：包含了钣金零件的定义，此特征保存了整个零件的默认折弯参数信息，如折弯半径、折弯系数、自动切释放槽（预切槽）比例等。


(2) 基体-法兰 ：钣金零件的第一个实体特征，包括深度和厚度等信息。


(3) 平板型式 ：默认情况下，平板型式特征是被压缩的，因为零件是处于折弯状态下。若想平展零件，用右键单击平板型式，然后选择解除压缩。当平板型式特征被压缩时，在【特征管理器设计树】中，新特征均自动插入到平板型式特征上方；当平板型式特征解除压缩后，在【特征管理器设计树】中，新特征插入到平板型式特征下方，并且不在折叠零件中显示。

### 11.2.2 将零件转换为钣金特征

首先生成一个零件，然后使用【钣金】工具栏中的 【插入折弯】按钮生成钣金。在特征管理器设计树中有 3 个特征，这 3 个特征分别代表钣金的 3 个基本操作。

(1) 【钣金】  钣金2：包含了钣金零件的定义，此特征保存了整个零件的默认折弯参数信息（如厚度、折弯半径、折弯系数、自动切释放槽比例和固定实体等）。

(2) 【展开折弯】  展开-折弯1：代表展开的零件，此特征包含将尖角或圆角转换成折弯的有关信息。每个由模型生成的折弯作为单独的特征列出在展开折弯下，由圆角边角、圆柱面和圆锥面形成的折弯作为圆角折弯列出；由尖角边角形成的折弯作为尖角折弯列出。【展开-折弯】中列出的【尖角-草图】包含由系统生成的所有尖角和圆角折弯的折弯线。

(3) 【加工折弯】  加工-折弯1：代表将展开的零件转换成成形零件的过程，由在展开零件中指定的折弯线所生成的折弯列出在此特征中，加工折弯下列出的【平面-草图】是这些折弯线的占位符，【特征管理器设计树】中加工折弯图标后列出的特征不会在零件展开视图中出现。

## 11.3 钣金零件设计

有两种基本方法可以生成钣金零件，一是利用钣金命令直接生成，二是将设计实体进行转换。

### 11.3.1 生成钣金零件


首先使用特定的钣金命令生成钣金零件。

#### 1. 基体法兰

基体法兰是钣金零件的第一个特征。当基体法兰被添加到 SolidWorks 零件后，系统会将该零件标记为钣金零件，在适当位置生成折弯，并且在【特征管理器设计树】中显示特定的钣金特征。

其注意事项如下：

- 基体法兰特征是从草图生成的，草图可以是单一开环、单一闭环，也可以是多重封闭轮廓。
- 在一个 SolidWorks 零件中，只能有一个基体法兰特征。
- 基体法兰特征的厚度和折弯半径将成为其他钣金特征的默认值。

单击【钣金】工具栏中的【基体法兰/薄片】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【基体法兰】菜单命令，系统弹出【基体法兰】属性管理器，如图 11-3 所示。

#### (1) 【钣金规格】选项组。

根据指定的材料，启用【使用规格表】复选框定义钣金的电子表格及数值，如图 11-4 所示。规格表由 SolidWorks 软件提供，位于<安装目录>\lang\<chinese-simplified>\Sheet Metal Gauge Tables\ 中。




图 11-3 【基体法兰】属性管理器



图 11-4 启用【使用规格表】复选框

#### (2) 【钣金参数】选项组。

-  【厚度】：设置钣金厚度。
- 【反向】：以相反方向加厚草图。

#### (3) 【折弯系数】选项组。

- 选择【K 因子】选项，其参数如图 11-5 所示。
- 选择【折弯系数】选项，其参数如图 11-6 所示。
- 选择【折弯扣除】选项，其参数如图 11-7 所示。



图 11-5 选择【K 因子】选项



图 11-6 选择【折弯系数】选项



图 11-7 选择【折弯扣除】选项

- 选择【折弯系数表】选项，其参数如图 11-8 所示。
- 选择【折弯计算】选项，其参数如图 11-9 所示。

(4) 【自动切释放槽】选项组。

在【自动释放槽类型】中可以选择不同的选项，如图 11-10 所示。

图 11-8 选择【折弯系数表】  
选项图 11-9 选择【折弯计算】  
选项图 11-10 【自动释放槽类型】  
选项

在【自动释放槽类型】中选择【矩形】或者【矩圆形】选项，其参数如图 11-11 所示。取消启用【使用释放槽比例】复选框，则可以设置  $W$  【释放槽宽度】和  $D$  【释放槽深度】，如图 11-12 所示。

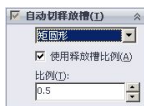


图 11-11 选择【矩圆形】选项



图 11-12 取消启用【使用释放槽比例】复选框

## 2. 边线法兰

在一条或者多条边线上可以添加边线法兰。单击【钣金】工具栏中的 【边线法兰】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【边线法兰】菜单命令，系统弹出【边线-法兰】属性管理器，如图 11-13 所示。

(1) 【法兰参数】选项组。

- 【边线】：在图形区域选择边线。
- 【编辑法兰轮廓】：编辑轮廓草图。
- 【使用默认半径】：可以使用系统默认的半径。
- 【折弯半径】：在取消启用【使用默认半径】复选框时可用。
- 【缝隙距离】：设置缝隙数值。

(2) 【角度】选项组。

- 【法兰角度】：设置角度数值。
- 【选择面】：为法兰角度选择参考面。

(3) 【法兰长度】选项组。

- 【长度终止条件】：选择终止条件，其选项如图 11-14 所示。
- 【反向】：改变法兰边线的方向。



图 11-13 【边线-法兰】属性管理器



图 11-14 【长度终止条件】选项

- **【长度】**：设置长度数值，然后为测量选择一个原点，包括 **【外部虚拟交点】** 和 **【内部虚拟交点】**。
- (4) **【法兰位置】** 选项组。
- **【法兰位置】**：可以单击以下按钮之一，包括 **【材料在内】**、**【材料在外】**、**【折弯在外】**、**【虚拟交点的折弯】**。
  - **【剪裁侧边折弯】**：移除邻近折弯的多余部分。
  - **【等距】**：启用该复选框，可以生成等距法兰，其参数如图 11-15 所示。
- (5) **【自定义折弯系数】** 选项组。
- 选择 **【折弯系数类型】** 并为折弯系数设置数值，如图 11-16 所示。
- (6) **【自定义释放槽类型】** 选项组。
- 选择 **【释放槽类型】** 以添加释放槽切除，如图 11-17 所示。



图 11-15 启用【等距】复选框的参数

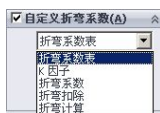


图 11-16 【折弯系数类型】选项



图 11-17 【释放槽类型】选项

### 3. 斜接法兰

单击 **【钣金】** 工具栏中的 **【斜接法兰】** 按钮或者选择 **【插入】|【钣金】|【斜接法兰】** 菜单命令，系统弹出 **【斜接法兰】** 属性管理器，如图 11-18 所示。

#### (1) 【斜接参数】选项组。

- **【沿边线】**：选择要斜接的边线。

其他参数不再赘述。

#### (2) 【起始/结束处等距】选项组（此处为与软件界面统一，使用“起始”，下同）。

如果需要令斜接法兰跨越模型的整个边线，将 **【开始等距距离】** 和 **【结束等距距离】** 设置为零。



#### 4. 褶边

褶边可以被添加到钣金零件的所选边线上。

其注意事项如下：

- 所选边线必须为直线。
- 斜接边角被自动添加到交叉褶边上。
- 如果选择多个要添加褶边的边线，则这些边线必须在同一个面上。


单击【钣金】工具栏中的【褶边】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【褶边】菜单命令，系统弹出【褶边】属性管理器，如图 11-19 所示。




图 11-18 【斜接法兰】属性管理器



图 11-19 【褶边】属性管理器

(1) 【边线】选项组。

- 【边线】：在图形区域选择需要添加褶边的边线。

(2) 【类型和大小】选项组。

选择褶边类型，包括【闭合】、【打开】、【撕裂形】和【滚轧】，选择不同类型的效果如图 11-20 所示。

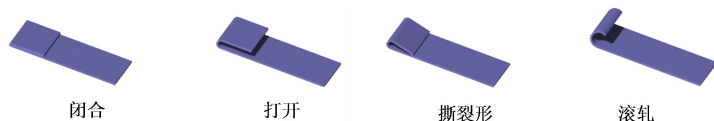






图 11-20 不同褶边类型的效果


- 【长度】：在选择【闭合】和【打开】类型时可用。
- 【缝隙距离】：在选择【打开】类型时可用。
- 【角度】：在选择【撕裂形】和【滚轧】类型时可用。
- 【半径】：在选择【撕裂形】和【滚轧】类型时可用。


#### 5. 绘制的折弯




绘制的折弯在钣金零件处于折叠状态时将折弯线添加到零件，使折弯线的尺寸标注到其他折叠的几何体上。

其注意事项如下：

- 在草图中只允许使用直线，可以为每个草图添加多条直线。
- 折弯线长度不一定与正折弯的面的长度相同。

单击【钣金】工具栏中的【绘制的折弯】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【绘制的折弯】菜单命令，系统弹出【绘制的折弯】属性管理器，如图 11-21 所示。

(1) 【固定面】：在图形区域选择一个不因为特征而移动的面。

(2) 【折弯位置】：包括【折弯中心线】、【材料在内】、【材料在外】和【折弯在外】。

## 6. 闭合角

可以在钣金法兰之间添加闭合角。

其功能如下：

- 通过为想闭合的所有边角选择面以同时闭合多个边角。
- 关闭非垂直边角。
- 将闭合边角应用到带有 90°以外折弯的法兰。
- 调整缝隙距离，即由边界角特征所添加的两个材料截面之间的距离。
- 调整重叠/欠重叠比率（即重叠的部分与欠重叠的部分之间的比率），数值 1 表示重叠和欠重叠相等。
- 闭合或者打开折弯区域。








单击【钣金】工具栏中的【闭合角】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【闭合角】菜单命令，系统弹出【闭合角】属性管理器，如图 11-22 所示。



图 11-21 【绘制的折弯】属性管理器



图 11-22 【闭合角】属性管理器

- (1) 【要延伸的面】：选择一个或者多个平面。
- (2) 【边角类型】：可以选择边角类型，包括【对接】、【重叠】、【欠重叠】。
- (3) 【缝隙距离】：设置缝隙数值。
- (4) 【重叠/欠重叠比率】：设置比率数值。


## 7. 转折

转折通过从草图线生成两个折弯而将材料添加到钣金零件上。

其注意事项如下：


- 草图必须只包含一条直线。
- 直线不一定是水平或者垂直直线。


- 折弯线长度不一定与正折弯的面的长度相同。



单击【钣金】工具栏中的【折弯】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【折弯】菜单命令，系统弹出【折弯】属性管理器，如图 11-23 所示。

其属性设置不再赘述。

### 8. 断开边角

单击【钣金】工具栏中的【断开边角/边角剪裁】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【断裂边角】菜单命令，系统弹出【断开边角】属性管理器，如图 11-24 所示。

(1) 【边角边线和/或法兰面】：选择要断开的边角、边线或者法兰面。

(2) 【折断类型】：可以选择折断类型，包括【倒角】、【圆角】，选择不同类型的效果如图 11-25 所示。

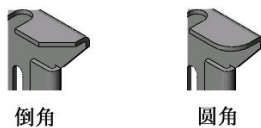
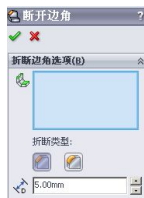


图 11-23 【折弯】属性管理器

图 11-24 【断开边角】属性管理器

图 11-25 不同折断类型的效果

(3) 【距离】：在单击【倒角】按钮时可用。


(4) 【半径】：在单击【圆角】按钮时可用。

## 11.3.2 将设计实体转换为钣金零件


### 1. 使用折弯生成钣金零件

单击【钣金】工具栏中的【插入折弯】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【折弯】菜单命令，系统弹出【折弯】属性管理器，如图 11-26 所示。

(1) 【折弯参数】选项组。

- 【固定的面或边线】：选择模型上的固定面，当零件展开时该固定面的位置保持不变。

(2) 【切口参数】选项组。

- 【要切口的边线】：选择内部或者外部边线，也可以选择线性草图实体。

### 2. 添加薄壁特征到钣金零件

(1) 在零件上选择一个草图。




(2) 选择需要添加薄壁特征的平面上的线性边线，并单击【草图】工具栏中的【转




图 11-26 【折弯】属性管理器

换实体引用】按钮。

(3) 移动距折弯最近的顶点至一定距离，留出折弯半径。

(4) 单击【特征】工具栏中的【拉伸凸台/基体】按钮，系统弹出【拉伸】属性管理器。在【方向 1】选项组中，选择【终止条件】为【给定深度】，设置【深度】数值；在【薄壁特征】选项组中，设置【厚度】数值与基体零件相同，单击【确定】按钮。

### 3. 生成包含圆锥面的钣金零件

单击【钣金】工具栏中的【插入折弯】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【折弯】菜单命令，系统弹出【折弯】属性管理器。在【折弯参数】选项组中，单击【固定的面或边线】选择框，在图形区域选择圆锥面一个端面的一条线性边线作为固定边线，设置【折弯半径】；在【折弯系数】选项组中，选择【折弯系数】类型并进行设置。




如果生成一个或者多个包含圆锥面的钣金零件，必须选择 K 因子作为折弯系数类型。所选择的折弯系数类型及为折弯半径、折弯系数和自动切释放槽设置的数值会成为下一个新生成的钣金零件的默认设置。

## 11.4 编辑钣金特征

下面讲解几种编辑钣金特征的方法。

### 11.4.1 切口

切口特征通常用于生成钣金零件，也可以将切口特征添加到任何零件上。

单击【钣金】工具栏中的【切口】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【切口】菜单命令，系统弹出【切口】属性管理器，如图 11-27 所示。

其属性设置不再赘述。

生成切口特征的注意事项如下：

- (1) 沿所选内部或者外部模型边线生成切口。
- (2) 从线性草图实体上生成切口。
- (3) 通过组合模型边线在单一线性草图实体上生成切口。

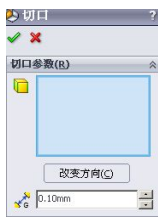





图 11-27 【切口】属性管理器


### 11.4.2 展开

在钣金零件中，单击【钣金】工具栏中的【展开】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【展开】菜单命令，系统弹出【展开】属性管理器，如图 11-28 所示。

- (1) 【固定面】：在图形区域选择一个不因为特征而移动的面。
- (2) 【要展开的折弯】：选择一个或者多个折弯。

其他属性设置不再赘述。

### 11.4.3 折叠

单击【钣金】工具栏中的【折叠】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【折叠】菜单命令，系统弹出【折叠】属性管理器，如图 11-29 所示。

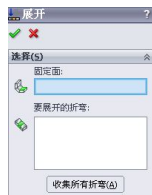




图 11-28 【展开】属性管理器




图 11-29 【折叠】属性管理器

- (1) 【固定面】：在图形区域选择一个不因为特征而移动的面。
- (2) 【要折叠的折弯】：选择一个或者多个折弯。

其他属性设置不再赘述。

### 11.4.4 放样折弯

在钣金零件中，放样折弯使用由放样连接的两个开环轮廓草图，基体法兰特征不与放样折弯特征一起使用。SolidWorks 中包含多个以放样的折弯生成的预制钣金零件，位于<安装目录>\data\Design Library\parts\sheetmetal\lofted bends 中。

单击【钣金】工具栏中的【放样折弯】按钮或者选择【插入】|【钣金】|【放样的折弯】菜单命令，系统弹出【放样折弯】属性管理器，如图 11-30 所示。

【折弯线数量】：为控制平板型式折弯线的粗糙度设置数值。

其他属性设置不再赘述。

其注意事项如下：

- 使用 K 因子或者折弯系数计算折弯。
- 不能被镜像。
- 要求两个草图，包括无尖锐边线的开环轮廓，且轮廓开口同向对齐以使平板型式更为精确。



图 11-30 【放样折弯】属性管理器

## 11.5 使用钣金成形工具

成形工具可以用做折弯、伸展或者成形钣金的冲模，生成一些成形特征，如百叶窗、矛状器具、法兰和筋等。这些工具存储在<安装目录>\data\design library\forming tools 中。可以从【设计库】中插入成形工具，并将之应用到钣金零件中。生成成形工具的许多步骤与生成 SolidWorks 零件的步骤相同。

### 11.5.1 成形工具的属性设置

可以生成成形工具并将它们添加到钣金零件中。生成成形工具时，可以添加定位草图以确定成形工具在钣金零件上的位置，并应用颜色以区分停止面 and 要移除的面。



图 11-31 【成形工具】属性管理器

选择【插入】|【钣金】|【成形工具】菜单命令，系统弹出【成形工具】属性管理器，如图 11-31 所示。其属性设置不再赘述。

### 11.5.2 使用成形工具到钣金零件的操作步骤

在 SolidWorks 中，可以使用【设计库】中的成形工具生成钣金零件。

- (1) 打开钣金零件，在任务窗口中切换到 【设计库】选项卡，选择【forming tools】(成形工具) 文件夹，如图 11-32 所示。
- (2) 选择成形工具，将其从【设计库】任务窗口中拖动到需要改变形状的面上。
- (3) 按键盘上的 Tab 键改变其方向到材质的另一侧，如图 11-33 所示。

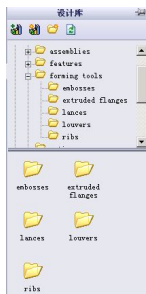


图 11-32 选择【forming tools】文件夹

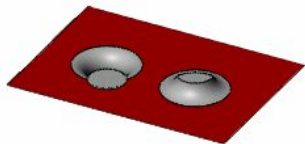


图 11-33 改变方向

- (4) 将特征拖动至要应用的位置，设置【放置成形特征】对话框中的参数。
- (5) 使用 【智能尺寸】、 【添加几何关系】或者 【修改】等命令定义成形工具，单击【完成】按钮。

### 11.5.3 定位成形工具的操作方法

可以使用草图工具在钣金零件上定位成形工具。

- (1) 在钣金零件的一个面上绘制任何实体（如构造性直线等），从而使用尺寸和几何关系帮助定位成形工具。
- (2) 在【设计库】任务窗口中，选择【forming tools】(成形工具) 文件夹。
- (3) 选择成形工具，将其拖动到需要定位的面上释放鼠标，成形工具被放置在该面上，设置【放置成形特征】对话框中的参数。
- (4) 使用 【智能尺寸】、 【添加几何关系】或者 【修改】等命令定位成形工具，单击【完成】按钮。



## 11.6 设计范例

钣金类的零件结构简单,应用广泛,主要用于各种产品的支架或者外壳方面。SolidWorks 软件具有强大的钣金建模功能,使用户能方便地建立钣金模型。本节主要讲解一个典型钣金零件的设计方法,范例的模型如图 11-34 所示,为一个机箱盖板的设计模型。下面介绍其具体的制作方法。

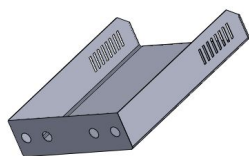


图 11-34 机箱盖板

### 11.6.1 建立基体

(1) 打开 SolidWorks 2011,单击【新建】按钮,系统弹出【新建 SolidWorks 文件】对话框,单击【零件】按钮,单击【确定】按钮,进入工作环境。

(2) 选择【文件】|【另存为】菜单命令,系统弹出【另存为】对话框,选择合适的文件夹,在【文件名】文本框中输入零件名称“11 机箱盖板”,单击【保存】按钮。

(3) 在【特征管理器设计树】中选择【前视基准面】,然后选择【插入】|【钣金】|【基体法兰】菜单命令,系统自动进入草绘状态。

(4) 单击【草图】工具栏中的【边角矩形】按钮,绘制一个矩形,之后单击【智能尺寸】按钮,标注尺寸,如图 11-35 所示。

(5) 单击绘图区右上角的【退出】按钮,退出草绘状态。弹出【基体法兰】属性管理器,在【钣金参数】选项组设置【厚度】为【0.4mm】,其他设置如图 11-36 所示,单击【确定】按钮。

(6) 完成的基体法兰如图 11-37 所示。

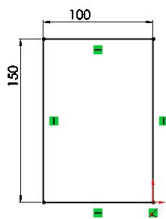


图 11-35 草绘图形



图 11-36 【基体法兰】的属性设置

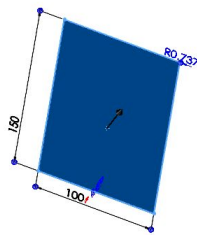



图 11-37 基体法兰

### 11.6.2 建立斜接特征

(1) 选择【插入】|【钣金】|【斜接法兰】菜单命令,在【特征管理器设计树】中选择【上视基准面】,系统进入草绘状态。单击【正视图】按钮,开始草绘。单击【草图】工具栏中的【三点圆弧】按钮,绘制一段圆弧,设置【半径】为【2mm】,如图 11-38 所示。

(2) 单击【草图】工具栏中的【直线】按钮,绘制一条直线,并标注尺寸,如图 11-40 所示。

(3) 单击绘图区右上角的【退出】按钮,系统弹出【斜接法兰】属性管理器,设

置【缝隙距离】为【0】，其他按照默认设置，如图 11-41 所示。单击  【确定】按钮，完成的斜接法兰如图 11-42 所示。

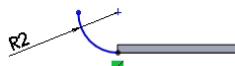


图 11-38 草绘图形

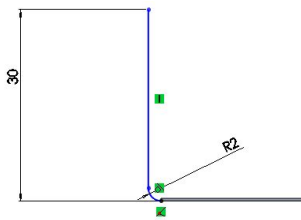


图 11-40 绘制直线并标注尺寸



图 11-41 【斜接法兰】的属性设置

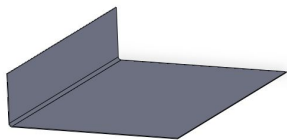





图 11-42 斜接法兰

(4) 用同样的方法创建另一侧的法兰壁，完成后的模型如图 11-43 所示。

(5) 单击【特征】工具栏中的  【拉伸凸台/基体】按钮，在【特征管理器设计树】中选择【前视基准面】，单击  【正视于】按钮，开始草绘。

(6) 单击【草图】工具栏中的  【直线】按钮，绘制一条直线，如图 11-44 所示。

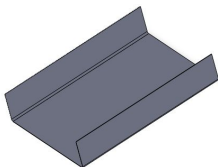


图 11-43 完成另一侧法兰

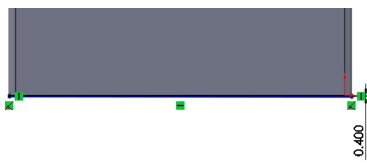




图 11-44 草绘图形

(7) 单击绘图区右上角的  【退出】按钮，退出草绘状态。弹出【凸台-拉伸】属性管理器，设置【拉伸距离】为【30mm】，其他设置如图 11-45 所示，单击  【确定】按钮。



(8) 单击【特征】工具栏中的  【圆角】按钮，弹出【圆角】属性管理器，设置【圆角半径】为【2mm】，如图 11-46 所示，其他参数保持不变；单击要倒圆角的两条边，如图 11-47 所示，单击  【确定】按钮。



图 11-45 【凸台-拉伸】的属性设置



图 11-46 【圆角】的属性设置

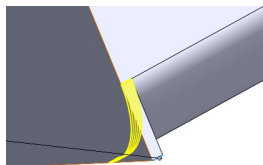


图 11-47 选择倒圆角的边

### 11.6.3 建立边角特征

(1) 选择【插入】|【钣金】|【断裂边角】菜单命令，弹出【断开边角】属性管理器，如图 11-48 所示，选择基体法兰特征前端的两条边线，如图 11-49 所示，设置【距离】为【10mm】，单击【确定】按钮。完成的断裂边角如图 11-50 所示。

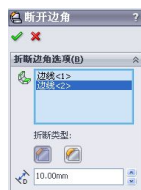


图 11-48 【断开边角】的属性设置

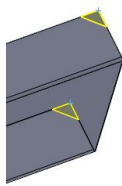


图 11-49 选择两条边线

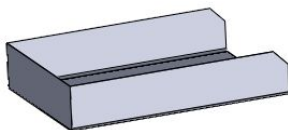


图 11-50 断裂边角

(2) 选择【插入】|【钣金】|【褶边】菜单命令，弹出【褶边】属性管理器，如图 11-51 所示，选择基体法兰上端的两条边线，如图 11-52 所示；单击【类型和大小】选项组中的【闭合】按钮，设置【长度】为【1.6mm】，单击【确定】按钮。完成的褶边如图 11-53 所示。



图 11-51 【褶边】的属性设置

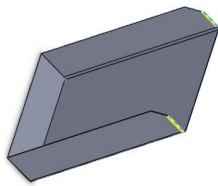


图 11-52 选择褶边

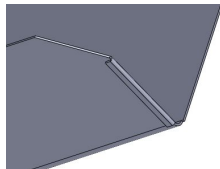



图 11-53 完成的褶边

### 11.6.4 建立切除孔系

(1) 单击基体的一个侧面，使其成为草绘平面。单击【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草绘模式。单击【草图】工具栏中的【圆】按钮，绘制如图 11-54 所示的圆，并标注尺寸。

(2) 单击【退出】按钮，然后单击【特征】工具栏中的【拉伸切除】按钮，弹出

【切除-拉伸】属性管理器，在【方向1】选项组，设置【终止条件】为【完全贯穿】，其他设置如图 11-55 所示，单击【确定】按钮。完成的孔如图 11-56 所示。

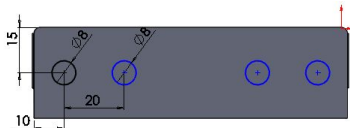


图 11-54 草绘图形



图 11-55 【切除-拉伸】的属性设置

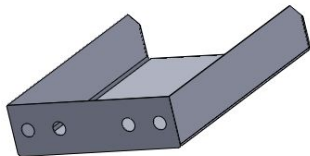







图 11-56 切除孔

(3) 单击基体的一个侧面，使其成为草绘平面。单击【正视于】按钮，并单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮，进入草绘模式。单击【草图】工具栏中的【边角矩形】按钮，绘制如图 11-57 所示的矩形，并标注尺寸。

(4) 选择矩形，单击【草图】工具栏中的【线性草图阵列】按钮，弹出【线性阵列】属性管理器，设置【方向1】选项组中的【数量】为【1】，【方向2】选项组中的【数量】为【8】，【间距】为【5mm】，如图 11-58 所示，单击【确定】按钮。完成的阵列如图 11-59 所示。

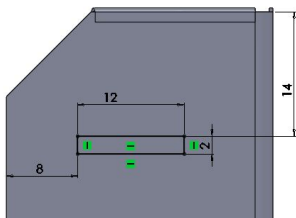


图 11-57 草绘图形



图 11-58 【线性阵列】的属性设置

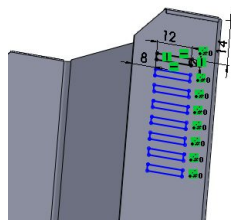





图 11-59 阵列矩形

(5) 单击【退出】按钮，然后单击【特征】工具栏中的【拉伸切除】按钮，弹出【切除-拉伸】属性管理器，在【方向1】选项组，设置【终止条件】为【完全贯穿】，其他设置如图 11-60 所示，单击【确定】按钮。


(6) 完成的孔的效果如图 11-61 所示。至此，这个范例就制作完成了。最后，单击【保存】按钮，完成保存。



图 11-60 【切除-拉伸】的属性设置

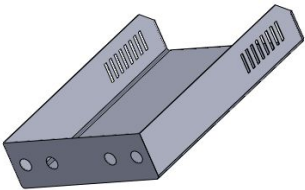


图 11-61 孔特征

## 第 12 章 渲染输出和应力分析

PhotoView 360 现在是 SolidWorks 中的标准逼真渲染解决方案,不再支持 PhotoWorks。渲染功能与以前版本中的相同,但内在技术已经更新,以改善用户体验和最终成果,可在 SolidWorks Professional 和 SolidWorks Premium 中使用。用户在加装 PhotoView 360 插件之后,可从 PhotoView 360 菜单或从 CommandManager 的渲染工具栏中选择所需的操作。

SimulationXpress 为 SolidWorks 用户提供了易于使用的应力分析工具,可以在计算机中测试设计的合理性,无须进行昂贵而费时的现场测试,因此有助于减少成本、缩短时间。SimulationXpress 的向导界面引导完成 5 个步骤以指定材质、约束、载荷,并进行分析和查看结果。SimulationXpress 支持对单实体的分析;对于多实体零件,可以一次分析一个实体;对于装配体,可以一次分析一个实体的物理模拟效应;曲面实体不受支持。

本章将介绍设置布景、光源、材质和贴图的方法,然后着重讲解以 PhotoView 360 进行渲染的相关内容,后者为 SolidWorks 2011 版本的新增功能,有助于读者对新版本软件的学习。另外,本章还将介绍 SimulationXpress 工具。

### 12.1 渲染输出

#### 12.1.1 PhotoView 渲染概述

PhotoView 360 是一个 SolidWorks 插件,可产生 SolidWorks 模型具有真实感的渲染。渲染的图像组合包括在模型中的外观、光源、布景及贴图。PhotoView 360 可用于 SolidWorks Professional 和 SolidWorks Premium。

使用 PhotoView 渲染的流程如下。

(1) 选择【工具】|【插件】菜单命令,打开【插件】对话框,单击活动插件 PhotoView 360 前后的方框。

(2) 插入 PhotoView 360 后,在图形区域开启预览或者打开预览窗口查看对模型所做的更改如何影响渲染。

(3) 设置布景、光源、材质及贴图。

(4) 编辑光源。

(5) 设置 PhotoView 360 选项。

(6) 当准备就绪时,要么随即进行最终渲染(选择【PhotoView 360】|【最终渲染】菜单命令),要么以后进行渲染(选择【PhotoView 360】|【排定渲染】菜单命令)。

(7) 在【最终渲染】对话框中保存图像。



在默认情况下,PhotoView 中的照明关闭。在关闭光源时,可以使用布景所提供的逼真光源,该光源通常足够进行渲染。在 PhotoView 中,通常需要使用其他照明措施来照亮模型中的封闭空间。




### 12.1.2 设置布景

布景由环绕 SolidWorks 模型的虚拟框或球形组成, 可以调整布景壁的大小和位置。此外, 可以为每个布景壁切换显示状态和反射度, 并将背景添加到布景。布景功能经过增强, 现在能够完全控制出现在模型后面的布景。外观管理器列出应用于当前激活模型的背景和环境。新编辑布景的特征管理器可从外观管理器中调用, 可供调整地板尺寸、控制背景或环境, 并保存自定义布景。

在管理器窗口中, 单击【外观管理器】按钮, 打开外观管理器, 可以在其中查看当前模型的布景、光源和相机。

选择【工具】|【插件】菜单命令, 弹出【插件】对话框, 单击【PhotoView 360】前后的方框, 单击【确定】按钮, 调用 PhotoView 360 插件。

选择【视图】|【工具栏】|【渲染工具】菜单命令, 调出【渲染工具】工具栏。单击【渲染工具】工具栏中的  【编辑布景】按钮, 或选择【PhotoView 360】|【编辑布景】菜单命令, 弹出【编辑布景】属性管理器, 如图 12-1 所示。

#### 1. 【基本】选项卡

单击【基本】标签, 切换到【基本】选项卡, 下面介绍该选项卡中的参数。

##### (1) 【背景】选项组。

随布景使用背景图像, 这样在模型背后可见的内容与由环境所投射的反射不同。例如, 在使用庭院布景中的反射时用户可能想在模型后出现素色。

- 【背景类型】: 从中选择需要的背景类型, 如图 12-2 所示。



图 12-1 【编辑布景】属性管理器

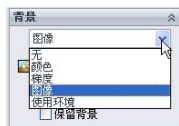


图 12-2 【背景类型】选项


无: 将背景设定到白色。

颜色: 将背景设定到单一颜色。

梯度: 将背景设定到由顶部渐变颜色和底部渐变颜色所定义的颜色范围。

图像: 将背景设定到用户选择的图像。

使用环境: 移除背景, 从而使环境可见。

-  【背景颜色】: 将背景设定到单一颜色 (在将【背景类型】设定为【颜色】时可以使用)。
- 【顶部渐变颜色】和【底部渐变颜色】: 将背景设定到由用户选定的颜色所定义的颜色范围 (在将【背景类型】设定为【梯度】时可供使用)。

- **【浏览】**：在将【背景类型】设定为【图像】时可以使用。
- **【保留背景】**：在【背景类型】是【彩色】、【渐变】或【图像】时可以使用。在用户替换布景时保留背景。


(2) **【环境】选项组**：选取任何球状映射为布景环境的图像。

**【浏览】**：单击该按钮，将背景设定到用户所选定的图像的球状映射版本。


(3) **【楼板】选项组**。

- **【楼板反射度】**：在楼板上显示模型反射。在楼板阴影选定时可以使用。
- **【楼板阴影】**：在楼板上显示模型所投射的阴影。
- **【将楼板与此对齐】**：将楼板与基准面对齐。选取 XY、YZ、XZ 之一或选定的基准面。当更改对齐时，视向更改，从而将楼板保留在模型之下。

**【选取平面来放置楼板】**：在【将楼板与此对齐】设定为【所选基准面】时可以使用。


 **【反转楼板方向】**：绕楼板移动虚拟天花板 180°，用来纠正正在布景中看起来颠倒的模型。

- **【楼板等距】**：将模型高度设定到楼板之上或之下。

 **【反转等距方向】**：交换楼板和模型的位置。



(1) 当调整【楼板等距】时，图形区域的操纵杆也相应移动。




(2) 要拖动等距，可将鼠标悬空在操纵杆的一端，当光标变成时，拖动操纵杆。

(3) 要反转等距方向，可用右键单击操纵杆的一端，然后单击反向。

## 2. 【高级】选项卡

单击【高级】标签，切换到【高级】选项卡，该选项卡为布景设定高级控件，下面介绍该选项卡中的参数。

(1) **【楼板大小/旋转】选项组**。

- **【固定高宽比例】**：当更改宽度或高度时均匀缩放楼板。
- **【自动调整楼板大小】**：根据模型的边界框调整楼板大小。
-  **【宽度】**和 **【深度】**：调整楼板的宽度和深度。
- **【高宽比例】**：只读，显示当前的高宽比例。
-  **【旋转】**：相对环境旋转楼板。旋转环境以改变模型上的反射。当出现反射外观且背景类型是使用环境时，即表现出这种效果。

(2) **【环境旋转】选项组**。

**【环境旋转】**：相对于模型水平旋转环境。影响到光源、反射及背景的可见部分。

(3) **【布景文件】选项组**。

- **【浏览】**：选取另一布景文件以供使用。
- **【保存布景】**：将当前布景保存到文件。会提示用户将保存了布景的文件夹在任务窗格中保持可见。



当用户保存布景时，与模型关联的物理光源也被保存。

### 3. 【照明度】选项卡

单击【照明度】标签，切换到【照明度】选项卡（在添加 PhotoView 360 插件后，将可使用【照明度】选项卡），该选项卡为布景设定光源属性，对其参数的说明如下。

【PhotoView 照明度】选项组。

- **【背景明暗度】**：只在 PhotoView 中设定背景的明暗度。在基本选项卡上的背景是无或白色时没有效果。
- **【渲染明暗度】**：设定由 HDRI（高动态范围图像）环境在渲染中所促使的明暗度。
- **【布景反射度】**：设定由 HDRI 环境所提供的反射量。

### 12.1.3 设置光源

SolidWorks 提供三种光源类型：线光源、点光源及聚光源。下面介绍这三种光源的使用和设置方法。

DisplayManager 是对照明的各个方面进行管理的中央位置，管理的内容包括只有在 PhotoView 作为插件时才可用的照明控件。DisplayManager 列出应用于当前激活模型的光源。现在，可通过集成阴影和雾灯控件获得更强大的 PhotoView 功能。光线强度通过功率控制。

SolidWorks 和 PhotoView 360 的照明控件相互独立。




SolidWorks：在默认情况下，SolidWorks 中的点光源、聚光源和线光源打开。

在 RealView 中无法使用布景照明，因此通常需要手动照亮模型。

PhotoView：在默认情况下，PhotoView 中的照明关闭。

在关闭光源时，可以使用布景所提供的逼真光源，该光源通常足够进行渲染。在 PhotoView 中，通常需要使用其他照明措施来照亮模型中的封闭空间。

#### 1. 线光源

切换到【外观属性管理器】选项卡，单击【查看布景、光源和相机】按钮，用鼠标右键单击【光源】文件夹，在弹出的快捷菜单中选择【添加线光源】命令，如图 12-3 所示。弹出【线光源 3】属性管理器（根据生成的线光源，数字顺序排序），如图 12-4 所示。

#### 1) 【基本】选项卡

单击【基本】标签，切换到【基本】选项卡，下面介绍该选项卡中的参数。

(1) 【基本】选项组。




- **【在 SolidWorks 中打开】**：打开或者关闭模型中的光源。
- **【编辑颜色】**：单击此按钮，弹出【颜色】对话框，可以选择带颜色的光源，而不是默认的白色光源。
- **【环境光源】**：设置光源的强度。移动滑杆或者在 0~1 之间输入数值。数值越大，光源强度越强。在模型各个方向上，光源强度均等地被改变。
- **【明暗度】**：设置光源的明暗度。移动滑杆或者在 0~1 之间输入数值。数值越大，在最靠近光源的模型一侧投射的光线越多。





图 12-3 选择【添加线光源】命令



图 12-4 【线光源 3】的属性管理器

- **【光泽度】** : 设置光泽表面在光线照射处显示强光的能力。移动滑杆或者在 0~1 之间输入数值。数值越大，强光越显著且外观更为光亮。

## (2) 【光源位置】选项组。

- **【锁定到模型】**: 启用此复选框，相对于模型的光源位置被保留；取消启用此复选框，光源在模型空间保持固定。
- **【经度】** : 光源的经度坐标。
- **【纬度】** : 光源的纬度坐标。

## 2) 【PhotoView】选项卡

单击【PhotoView】标签，切换到【PhotoView】选项卡（在添加 PhotoView 360 插件后，将可使用 PhotoView 选项卡），如图 12-5 所示，下面介绍该选项卡中的参数。


### (1) 【PhotoView 控件】选项组。

- **【在 PhotoView 中打开】**: 在 PhotoView 中打开光源（光源在默认情况下关闭）。同时，启用 PhotoView 照明选项。
- **【明暗度】**: 在 PhotoView 中设置光源明暗度。

### (2) 【阴影】选项组。

- **【阴影柔和度】**: 增强或柔和光源的阴影投射。此数值越低，阴影越深；此数值越高，阴影越浅，但可能会影响渲染时间。要模拟太阳的效果，可试验使用 3~5 之间的值。
- **【阴影品质】**: 减少柔和阴影中的颗粒度。当增加阴影柔和度时，可试验设定较高的值以降低颗粒度。增加此设定可增加渲染时间。

## 2. 点光源

用鼠标右键单击  【光源】文件夹，在弹出的快捷菜单中选择【添加点光源】命令，如图 12-6 所示，在【属性管理器】中弹出【点光源 1】属性管理器（根据生成的点光源，数字顺序排序），如图 12-7 所示。

### 1) 【基本】选项卡



图 12-5 线光源的【PhotoView】选项卡



图 12-6 选择【添加点光源】命令

单击【基本】标签，切换到【基本】选项卡，下面介绍该选项卡中的参数。

(1) 【基本】选项组与【线光源 1】的属性设置相同，在此不再赘述。

(2) 【光源位置】选项组。

- 【坐标系】：有两个选项。

① 【球坐标】：使用球形坐标系指定光源的位置，如图 12-8 所示。

● 【经度】：光源的经度坐标。

● 【纬度】：光源的纬度坐标。

● 【距离】：光源的距离。

② 【笛卡儿式】：使用笛卡儿式坐标系指定光源的位置。

● 【X 坐标】：光源的  $x$  坐标。

● 【Y 坐标】：光源的  $y$  坐标。

● 【Z 坐标】：光源的  $z$  坐标。

- 【锁定到模型】：启用此复选框，相对于模型的光源位置被保留；取消启用此复选框，则光源在模型空间保持固定。

2) 【PhotoView】选项卡

切换到点光源的【PhotoView】选项卡（在添加 PhotoView 360 插件后，将可使用 PhotoView 选项卡），如图 12-9 所示，下面介绍该选项卡中的参数。



图 12-7 【点光源 1】属性管理器



图 12-8 选中【球坐标】单选按钮



图 12-9 点光源的【PhotoView】选项卡


(1) 【阴影】选项组。

【点光源半径】：在 PhotoView 中设定点光源半径，可影响到阴影的柔和性。此数值越小，阴影越深；此数值越大，阴影越浅，但可能会影响渲染时间。

(2) 【雾】选项组。

- 【雾灯半径】：设置光源周围的雾灯范围。
- 【雾灯品质】：当雾灯半径增加时可降低颗粒度。增加此设定可增加渲染时间。

### 3. 聚光源

用鼠标右键单击【光源】文件夹，在弹出的快捷菜单中选择【添加聚光源】命令，打开【聚光源 1】属性管理器，如图 12-10 所示。下面介绍各参数的设置。

#### 1) 【基本】选项卡

单击【基本】标签，切换到【基本】选项卡，下面介绍该选项卡中的参数。


(1) 【基本】选项组。


【基本】选项组与【线光源 1】的属性设置相同，在此不再赘述。


(2) 【光源位置】选项组。

- 【坐标系】：有两个选项。


① 【球坐标】：使用球形坐标系指定光源的位置。


 【经度】：光源的经度坐标。


 【纬度】：光源的纬度坐标。

 【距离】：光源的距离。


② 【笛卡儿式】：使用笛卡儿式坐标系指定光源的位置。


 【X 坐标】：光源的  $x$  坐标。


 【Y 坐标】：光源的  $y$  坐标。

 【Z 坐标】：光源的  $z$  坐标。

 【目标 X 坐标】：聚光源在模型上所投射到的点的  $x$  坐标。

 【目标 Y 坐标】：聚光源在模型上所投射到的点的  $y$  坐标。

 【目标 Z 坐标】：聚光源在模型上所投射到的点的  $z$  坐标。

 【圆锥角】：设置光束传播的角度，较小的角度生成较窄的光束。

- 【锁定到模型】：启用此复选框，相对于模型的光源位置被保留；取消启用此复选框，光源在模型空间保持固定。

#### 2) 【PhotoView】选项卡

单击【PhotoView】标签，切换到聚光源的【PhotoView】选项卡（在添加 PhotoView 360 插件后，将可使用 PhotoView 选项卡），如图 12-11 所示。下面介绍该选项卡中的参数。

【柔边】：将过渡范围设定到光源之外以给予光源边线更柔和的外观。要生成粗硬边线，设定到零；要生成柔和边线，增加数值。

【聚光源半径】：在 PhotoView 中设定聚光源半径，可影响到阴影的柔和性。此数值越小，阴影越深；此数值越大，阴影越浅，但可能会影响渲染时间。





图 12-10 【聚光源 1】属性管理器



图 12-11 聚光源的【PhotoView】选项卡

### 12.1.4 设置外观

外观是模型表面的材料属性，添加外观是使模型表面具有某种材料的表面感官属性。

单击【视图（前导）】工具栏中的 【编辑外观】按钮或者单击【渲染工具】工具栏中的 【编辑外观】按钮，或者选择【PhotoView 360】|【编辑外观】菜单命令，打开【颜色】属性管理器，单击【高级】按钮，切换到高级模式。其中包含 4 个选项卡，下面逐一进行介绍。

#### 1. 【颜色/图像】选项卡

首先介绍【高级】模式下的【颜色/图像】选项卡，如图 12-12 所示，下面介绍该选项卡中的参数。

##### (1) 【所选几何体】选项组。

- **【过滤器】**：可以帮助选择模型中的几何实体，包括 【选择零件】、 【选取面】、 【选择曲面】、 【选择实体】和 【选择特征】。
- **【移除外观】**：单击该按钮可以从选择的对象上移除设置好的外观。

##### (2) 【外观】选项组：可以显示所应用的外观。

- **【外观文件路径】**：显示外观文件名称和位置。
- **【浏览】**：浏览材质文件。
- **【保存外观】按钮**：单击该按钮即可保存外观文件 (\*.P2M)。

##### (3) 【颜色】选项组：可以添加颜色到所选实体的所选几何体中所列出的外观。



图像仅在应用的外观使用图像文件时出现。

- **【主要颜色】** ：单击颜色区域以使用下列方法应用颜色，也可以拖动颜色成分滑杆或者输入颜色成分数值。



如果材质是混合颜色（如汽车漆），则预览将显示当前颜色 1 和当前颜色 2 等的混合。最多可以有 3 层颜色。



- 

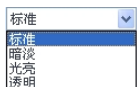








图 12-13 颜色调色板选项

- 【标准】：使用标准颜色调色板。

**【暗淡】、【光亮】和【透明】：**使用标准颜色调色板，直到为每个图层都添加了颜色为可添加多种颜色，但外观限制到三个图层。

- **【RGB】**: 以红色、绿色和蓝色数值定义颜色，包括  **【颜色的红色成分】**、 **【颜色的绿色成分】**、 **【颜色的蓝色成分】**。
- **【HSV】**: 以色调、饱和度和数值定义颜色，包括  **【颜色的色调成分】**、 **【颜色的饱和成分】**、 **【颜色的数值成分】**。

## 2. 【映射】选项卡

单击【高级】模式下的【映射】标签，切换到【映射】选项卡，如图 12-14 所示。下面介绍该选项卡中的参数。

- (1) **【所选几何体】**: 可以帮助选择模型中的几何实体, 包括  **【选择零件】**、 **【选择面】**、 **【选择曲面】**、 **【选择实体】** 和  **【选择特征】**。

- (2) **【移除外观】**: 单击该按钮可以从选择的对象上移除设置好的外观。

### 3. 【照明度】选项卡

**【照明度】**选项卡如图 12-15 所示。在**【照明度】**选项卡中，可以选择显示其照明属性。



图 12-15 【照明度】选项卡

### (1) 【照明度】选项组。

- **【动态帮助】**: 扩展的工具提示, 说明各个属性, 展示各种效果, 并列所有从属关系。
- **【漫射量】**: 控制面上的光线强度。值越大, 面上显得越亮。
- **【光泽量】**: 控制高亮区, 使面显得更为光亮。如果使用较小的值, 则会减少高亮区。
- **【光泽颜色】**: 控制光泽零部件内反射高亮显示的颜色。双击以选择颜色。
- **【光泽传播】**: 控制面上的反射模糊度, 使面显得粗糙或光滑。值越大, 高亮区越大越柔和。
- **【反射量】**: 以 0~1 的比例控制表面反射度。如果设置为 0, 则看不到反射; 如果设置为 1, 表面将成为完美的镜面。
- **【模糊反射度】**: 在面上启用反射模糊。模糊水平由光泽传播控制。当光泽传播为零时, 不发生模糊。从属关系: 光泽传播和反射光量必须大于零。
- **【透明量】**: 控制面上的光通透程度。该值降低, 不透明度升高; 如果设置为零, 则完全不透明。该值升高, 透明度升高; 如果设置为 100, 则完全透明。



当用户更改外观照明度时, 如果使用 PhotoView 预览或最终渲染则所有更改都可看见。如果使用 RealView 或 OpenGL, 则只有某些更改才可看见。

(2) **【PhotoView 照明度】**选项组 在添加 PhotoView 360 插件后 将可使用 PhotoView 照明度选项卡)。

- **【折射指数】**: 在透明量大于零时可供使用。决定光线在穿越材料时折弯多远。

高值会增加折射项目中的歪曲。设置到 1.0 可模拟光线穿越真空, 光线不会折弯; 1.333 数值近似于由光线穿越水而引起的歪曲(假定表面具有透明度)。

- **【折射粗糙度】**: 在透明量大于零时可供使用。决定通过表面查看的项目的模糊等级。设为零会禁用该效果。增加数值可模拟毛玻璃, 对于这种玻璃, 离表面最近的项目较清晰, 更远的项目则有柔和边线和细节。
- **【发光强度】**: 控制面形成的亮度。该值升高, 亮度也升高。
- **【双边】**: 对面的两侧启用上色。禁用时, 未朝向相机的面将不可见。



在有些情况下, 双侧的面可能会导致渲染错误。因此应谨慎使用。

### 4. 【表面粗糙度】选项卡

**【表面粗糙度】**选项卡如图 12-16 所示。

在**【表面粗糙度】**选项卡中, 可以选择表面粗糙度类型, 如图 12-17 所示, 根据所选择的类型, 其属性设置发生改变。

#### (1) 【表面粗糙度】选项组。

- **表面粗糙度类型**: 在下拉列表框中选择相应的类型。

**【无】**: 未应用表面粗糙度。

**【从文件】**: 选择图像文件以应用图案。



图 12-16 【表面粗糙度】选项卡



图 12-17 【表面粗糙度】选项

【铸造】：应用不规则的铸造图案。

【粗糙】：应用粗糙、不均匀的图案。

【防滑沟纹平板】：应用规则的防滑沟纹平板图案。

【酒窝形】：应用规则的酒窝形图案。

【节状凸纹】：应用规则的节状凸纹图案。

【圆形】：应用重复的圆形图案。

- 动态帮助：在设计中提供实时帮助。

(2) 【PhotoView 表面粗糙度】选项组。

- 【隆起映射】：通过修改阴影和反射模仿凹凸不平的表面，但不更改几何体，渲染的速度比位移映射快。
- 【隆起强度】：将隆起高度设定为从隆起表面最高点到模型表面之间的距离。
- 【位移映射】：给渲染的模型表面添加纹理，从而改变几何形状，渲染的速度比位移映射慢。
- 【位移距离】：控制从标称表面到位移映射表面的光洁度。

### 12.1.5 设置贴图

贴图是在模型的表面附加某种平面图形，一般多用于商标和标志的制作。

选择【PhotoView 360】|【编辑贴图】菜单命令或者单击【渲染工具】工具栏中的【编辑贴图】按钮，打开【贴图】属性管理器，如图 12-18 所示。下面进行具体的介绍。

#### 1. 【图像】选项卡

单击【图像】标签，切换到【图像】选项卡，下面介绍该选项卡中的参数。

(1) 【贴图预览】选项组。

- 【图形和掩码组合】：显示贴图预览。
- 【图像文件路径】：显示图像文件路径。单击【浏览】按钮可选择其他路径和文件。
- 【保存贴图】：单击此按钮，可以将当前贴图及其属性保存到文件。

(2) 【掩码图形】选项组。

- 【无掩码】：不应用掩码。
- 【图形掩码文件】：在掩码为白色的位置处显示贴图，在掩码为黑色的位置处贴图会被遮盖，其参数如图 12-19 所示。
- 【反转掩码】：可以将先前被遮盖的贴图区域变为可显示区域。

- **【可选颜色掩码】**: 在贴图中减去选择为要排除的颜色, 其参数如图 12-20 所示。



图 12-18 【贴图】属性管理器



图 12-19 选中【图形掩码文件】单选按钮



图 12-20 选中【可选颜色掩码】单选按钮

**【选择颜色】**: 可以在贴图预览中选择颜色, 该颜色在贴图中被移除。

- **【使用贴图图像 alpha 通道】**: 使用包含贴图和掩码的复合图像。要生成图像, 在 PhotoView 渲染帧对话框中单击保存带图层的图像, 然后在外部图形程序中生成组合图像。受支持的文件类型为.tif 和.png。

## 2. 【映射】选项卡

**【映射】**选项卡如图 12-21 所示, 下面介绍该选项卡中的参数。

### (1) 【映射】选项组。

- ① **【映射类型】**: 根据所选类型 (如图 12-22 所示) 的不同, 其属性设置发生改变。



图 12-21 【映射】选项卡



图 12-22 【映射类型】选项

- **【标号】**: 也称 UV, 以一种类似于在实际零件上放置粘合剂标签的方式将贴图映射到模型表面 (包括多个相邻非平面曲面), 此类型不会产生伸展或者紧缩现象。
- **【投影】**: 将所有点映射到指定的基准面, 然后将贴图投影到参考实体。
- ➔ **【水平位置】**: 相对于参考轴, 将贴图沿基准面水平移动指定的距离。
- ↑ **【竖直位置】**: 相对于参考轴, 将贴图沿基准面竖直移动指定的距离。
- **【球形】** (如图 12-23 所示): 将所有点映射到球面。
- ➡ **【等距纬度】**: 指定贴图的角度, 环绕球面从零纬度直到 360°。
- ↻ **【等距经度】**: 指定贴图的角度, 从零经度直到 180° (从一极到另一极)。

- **【圆柱形】** (如图 12-24 所示): 将所有点映射到圆柱面。
- ➡ **【绕轴心】**: 相对于参考轴, 以指定角度围绕圆柱移动贴图。
- ↑ **【沿轴心】**: 沿参考轴将贴图竖直移动指定的距离。



图 12-23 选择【球形】选项



图 12-24 选择【圆柱形】选项

② **【投影方向】** (或者 **【轴方向】**) (如图 12-25 所示): 将贴图参考轴的方向指定为 **【XY】**、**【ZX】**、**【YZ】**、**【当前视图】** 或者 **【所选参考】**。

(2) **【大小/方向】** 选项组。

可以启用 **【固定高宽比例】**、**【将宽度套合到选择】**、**【将高度套合到选择】** 3 种不同方式。

- **【宽度】** : 指定贴图宽度。
- **【高度】** : 指定贴图高度。
- **【高宽比例】** (只读): 显示当前的高宽比例。
- **【旋转】** : 指定贴图的旋转角度。
- **【水平镜向】**: 水平反转贴图图像。
- **【竖直镜向】**: 竖直反转贴图图像。
- **【重设到图像】**: 将高宽比例恢复为贴图图像的原始高宽比例。

如果在 **【映射】** 选项卡中选择 **【球形】** 为 **【映射类型】**, 则在 **【大小/方向】** 选项组中增加 **【轴方向 1】**、 **【轴方向 2】** 两个参数, 如图 12-26 所示。



图 12-25 【投影方向】选项



图 12-26 【大小/方向】选项组

**【轴方向 1】**: 围绕  $z$  轴旋转经度线。

**【轴方向 2】**: 围绕  $y$  轴旋转纬度线。

### 3. 【照明度】选项卡

**【照明度】** 选项卡如图 12-27 所示。

可以选择贴图对照明度的反应, 根据选择的选项不同, 其属性设置发生改变, 下面介

绍该选项卡中的参数。

#### (1) 【照明度】选项组。

- **【动态帮助】**: 扩展的工具提示, 说明各个属性, 展示各种效果, 并列所有从属关系。
- **【使用内在外观】**: 将贴图下外观的照明度设定应用到贴图。在消除选取时, 该选项直接为贴图设定照明度并在此 PropertyManager 中启用剩余的选项。
- **【漫射量】**: 控制面上的光线强度。值越大, 面上显得越亮。
- **【光泽量】**: 控制高亮区, 使面显得更为光亮。如果作用较小的值, 则会减少高亮区。
- **【光泽颜色】**: 控制光泽零部件内反射高亮显示的颜色。双击可选择颜色。
- **【光泽传播】**: 控制面上的反射模糊度, 使面显得粗糙或光滑。值越大, 高亮区越大越柔和。
- **【反射量】**: 以 0~1 的比例控制表面反射度。如果设置为 0, 则看不到反射; 如果设置为 1, 表面将成为完美的镜面。
- **【模糊反射度】**: 在面上启用反射模糊。模糊水平由光泽传播控制。当光泽传播为零时, 不发生模糊。从属关系: 光泽传播和反射光量必须大于零。
- **【透明量】**: 控制面上的光通透程度。该值降低, 不透明度升高; 如果设置为零, 则完全不透明。该值升高, 透明度升高; 如果设置为 100, 则完全透明。



图 12-27 【照明度】选项卡

#### (2) 【PhotoView 照明度】选项组 (在添加 PhotoView 360 插件后, 将可使用【PhotoView 照明度】选项组)。

- **【折射指数】**: 在透明量大于零时可供使用。决定光线在穿越材料时折弯多远。高值会增加折射项目中的歪曲。设置到 1.0 可模拟光线穿越真空, 光线不会折弯; 1.333 数值近似于由光线穿越水而引起的歪曲 (假定表面具有透明度)。
- **【折射粗糙度】**: 在透明量大于零时可供使用。决定通过表面查看的项目的模糊等级。设为零会禁用该效果。增加数值可模拟毛玻璃, 对于这种玻璃, 离表面最近的项目较清晰, 更远的项目则有柔和边线和细节。
- **【发光强度】**: 控制面形成的亮度。该值升高, 亮度也升高。
- **【双边】**: 对面的两侧启用上色。禁用时, 未朝向相机的面将不可见。在有些情况下, 两侧的面可能会导致渲染错误。因此应谨慎使用。

### 12.1.6 以 PhotoView 360 进行渲染

#### 1. 概述

一般情况下, 改进渲染能力的方法如下。

##### (1) 使用预览窗口。

- 在进行完整渲染之前使用预览渲染窗口评估更改的效果。
- 重设预览渲染窗口以使之更小。

### (2) 设定渲染品质。

在 PhotoView 选项 PropertyManager 中将最终渲染品质设定到所需的最低等级。



通常，在 PropertyManager 中设置渲染品质时，一般情况下选择【最大】渲染品质和【最佳】渲染品质差别不大，而在渲染封闭空间或内部布景时选择【最大】选项最有效。

### (3) 设定阴影。

对于线光源、点光源和聚光源，可在每个光源属性管理器中的 PhotoView 选项卡上设定阴影品质，高值可增加渲染时间。

## 2. 预览渲染

PhotoView 提供两种方法预览渲染：在图形区域预览（整合预览）及在单独窗口内预览（预览窗口）。两种方法都可在进行完整渲染之前帮助快速评估更改。由于更新具有连续性，可试验影响渲染的控件但不必完全理解每个控件的目的。当对设定满意时，可进行完整渲染。

在更改模型时，预览连续更新，从而递增完善预览。对外观、贴图、布景和渲染选项所作的更改实时进行更新。如果更改模型某部分，预览将只为这些部分进行更新，而非整个显示。

#### (1) PhotoView 整合预览。

可在 SolidWorks 图形区域预览当前模型的渲染。要开始预览，插入 PhotoView 插件后，选择【PhotoView 360】|【整合预览】菜单命令，显示界面如图 12-28 所示。

#### (2) PhotoView 预览窗口。

PhotoView 预览窗口是 SolidWorks 主窗口中的单独窗口。

要显示该窗口，首先插入 PhotoView 360 插件，然后选择【PhotoView 360】|【预览渲染】菜单命令。窗口保持在重新调整窗口大小时在【PhotoView 360 选项】属性管理器中所设定的高宽比例。

当更改要求重建模型时，更新中断。在重建完成后，更新继续。也可以通过单击【暂停】按钮来中断更新。预览窗口如图 12-29 所示。

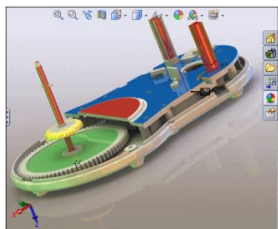


图 12-28 整合预览

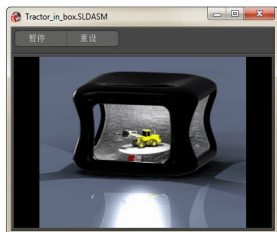


图 12-29 预览窗口

暂停：停止预览窗口的所有更新。

重设：更新预览窗口并恢复 SolidWorks 更新传送。



### 3. PhotoView 360 选项


PhotoView 选项 PropertyManager 为 PhotoView 360 控制设定，包括输出图像品质和渲染品质。


在插入 PhotoView 360 后，在  DisplayManager（外观管理器）中单击  【PhotoView 360 选项】按钮，打开【PhotoView 360 选项】属性管理器，如图 12-30 所示。

(1) 【输出图像设定】选项组。

- 动态帮助：显示每个特性的弹出工具提示。
- 输出图像大小：包括以下选项。

预设图像大小：将输出图像的大小设定到标准宽度和高度。也可选取指派到当前相机的设定或设置自定义值。

 【图像宽度】：以像素设定输出图像的宽度。

 【图像高度】：以像素设定输出图像的高度。

- 【固定高宽比例】：保留输出图像中宽度到高度的当前比率。
- 【使用背景高宽比例】：将最终渲染的高宽比设定为背景图像的高宽比。如果已取消启用该复选框，背景图像可能会扭曲。在当前布景使用图像作为其背景时可供使用。当使用相机高宽比例激活时会忽略该设定。
- 【图像格式】：为渲染的图像更改文件类型。
- 【默认图像路径】：为使用 Task Scheduler 所排定的渲染设定默认路径。

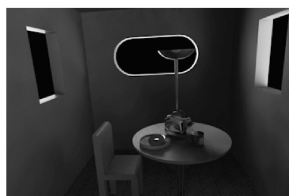
(2) 【渲染品质】选项组。

- 【预览渲染品质】：为预览设定品质等级。高品质图像需要更多时间才能渲染。
- 【最终渲染品质】：为最终渲染设定品质等级。高品质图像需要更多时间才能渲染。
- 【灰度系】：调整图像的明暗度。

渲染品质和渲染时间范例如图 12-31 所示。



图 12-30 【PhotoView 360 选项】属性管理器



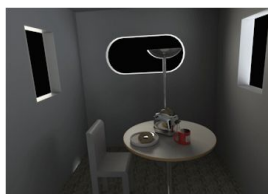
(a) 好, 29 秒



(b) 更好, 54 秒



(c) 最好, 2 分 19 秒



(d) 最大, 6 分 45 秒

图 12-31 渲染品质和渲染时间范例




### (3) 【光晕】选项组。

添加光晕效果,使图像中发光或反射的对象周围发出强光。光晕仅在最终渲染中可见,预览中不可见。

- **【光晕设定点】**: 标识光晕效果应用的明暗度或发光度等级。降低百分比可将该效果应用到更多项目,增加百分比则将该效果应用于更少的项目。
- **【光晕范围】**: 设定光晕从光源辐射的距离。


### (4) 【轮廓渲染】选项组。

给模型的外边线添加轮廓线。

-  **【只随轮廓渲染】**: 只以轮廓线进行渲染,保留背景或布景显示和景深设定。
-  **【渲染轮廓和实体模型】**: 以轮廓线渲染图像。
-  **【线粗】**: 以像素设定轮廓线的粗细。
- **【编辑线色】**: 设定轮廓线的颜色。

## 4. 【最终渲染】对话框

**【最终渲染】**对话框在进行最终渲染时出现,它显示统计及渲染结果。

单击**【渲染工具】**工具栏中的**【最终渲染】**按钮或者选择**【PhotoView 360】|【最终渲染】**菜单命令,打开如图 12-32 所示的**【最终渲染】**对话框。

- **0~9 数目**: 显示 10 个最近渲染。
- **【保存图像】**: 在所指定的路径中保存渲染的图像。
- **【保存带图层的图像】**: 在所指定的路径将渲染的输出内容及其对应的 alpha 图像保存为单独文件。可从这些文件在外部图形程序中生成组合图像,例如,在新环境中显示模型。
- **【Final Color Output】**(最终颜色输出): 在最终结果和 alpha 图像(作为掩码之用)之间切换。
- **【灰度系数】**: 在荧屏上调整图像的明暗度以与输出图像相符。

## 5. 排定的渲染

### (1) 批量渲染。

可以计划批处理任务以渲染 PhotoView 360 文档和运动算例动画。对于其他批处理任务,可以使用 SolidWorks Task Scheduler 应用程序来调整任务顺序、生成报表等。计划批量渲染的步骤如下。




如果计划的文档对于系统的可用内存而言过于复杂,则批处理任务会跳过此文档并转而处理所计划的下一个文档。

打开第一个文档,选择**【PhotoView 360】|【排定渲染】**菜单命令或者单击**【渲染工具】**工具栏中的**【排定渲染】**按钮,打开**【排定渲染】**对话框,如图 12-33 所示。

如果需要核实文档设定,单击**【设定】**按钮。单击**【完成】**按钮完成排定渲染的设置。

### (2) 【排定渲染】对话框。

用**【排定渲染】**对话框在指定时间进行渲染并将之保存到文件。

在插入 PhotoView 360 插件后,单击**【渲染工具】**工具栏中的**【排定渲染】**按钮或

者选择 **【PhotoView 360】|【排定渲染】** 菜单命令，打开 **【排定渲染】** 对话框。

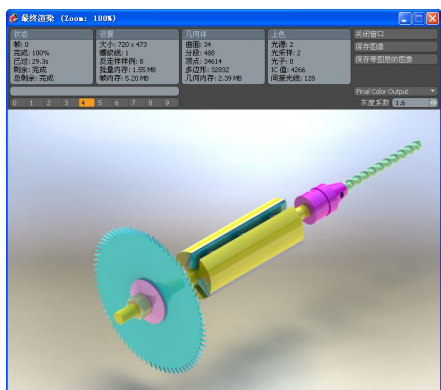


图 12-32 **【最终渲染】** 对话框





图 12-33 **【排定渲染】** 对话框

- **【文件名称】**：设定输出文件的名称。**【PhotoView 360 选项】**属性管理器中的图像格式内指定了默认文件类型。
- **【保存文件到】**：设定要在其中保存输出文件的目录。**【PhotoView 360 选项】**属性管理器中的默认图像路径内指定了默认目录。
- **【设定】**：打开与渲染相关的只读设定列表。


**【任务排定】**选项组包括以下选项。

- **【在上一任务后开始】**：在排定了另一渲染时可供使用。在先前排定的任务结束时开始此任务。
- **【开始时间】**：在消除选取**【在上一任务后开始】**时可供使用，指定开始渲染的时间。
- **【开始日期】**：在消除选取**【在上一任务后开始】**时可供使用，指定开始渲染的日期。

### (3) 渲染/动画设置。

当排定渲染模型（单击**【渲染工具】**工具栏中的 **【排定渲染】**按钮）或保存动画（在运动算例工具栏中单击 **【保存动画】**按钮）时，使用只看的渲染/动画设置对话框来审阅应用程序参数。两者的区别体现在如下两个方面。

- 文档属性

**PhotoView 360**：通过单击**【渲染工具】**工具栏中的 **【选项】**按钮来设置参数，如渲染品质。

**运动算例动画**：无法从运动算例显示设置。

- 输出设置


**PhotoView 360**：从**【排定渲染】**对话框（如文件格式和图像大小）显示设置。


**运动算例动画**：从**【视频压缩】**对话框（如压缩程序和压缩品质）显示设置。

## 12.1.7 渲染范例

本节将通过实例的渲染，详细介绍渲染输出的过程。模型的渲染如图 12-34 所示，下面应用本章所提到的零件渲染输出功能来完成模型效果图的制作。

## 1. 创建视图

(1) 启动 SolidWorks 2011, 单击  【打开】按钮, 弹出【打开】对话框, 在配套资料中选择【剃须刀.SLDPRT】, 单击【确定】按钮。选择【文件】|【另存为】菜单命令, 弹出【另存为】对话框, 在【文件名】文本框中输入“剃须刀渲染”, 单击【保存】按钮。

(2) 在图形区域上方的【视图(前导)】工具栏中单击  【整屏显示全图】按钮, 将模型位置调整至全屏窗口, 以便全局观察模型, 为后续的调整模型位置做好准备, 如图 12-35 所示。

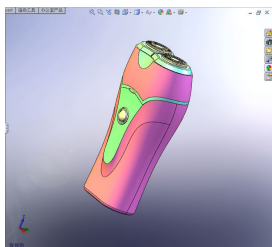


图 12-34 模型渲染图

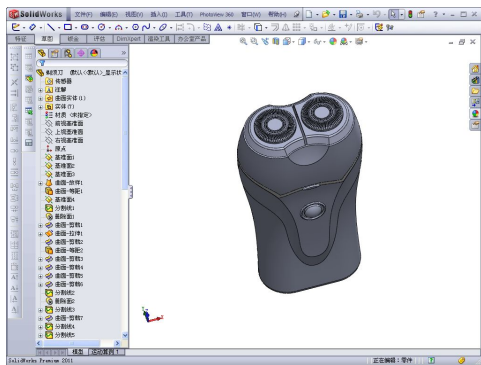



图 12-35 整屏显示全图

(3) 滚动鼠标中键, 改变视图方向, 当将其调整到如图 12-37 所示的大致位置时, 在空白区域单击鼠标右键, 在快捷菜单中选择【视图定向】命令, 如图 12-36 所示。在打开的【方向】对话框中单击【新视图】按钮 , 将该方向视图保存, 并取名为“新视图”, 单击【确定】按钮保存视图, 如图 12-37 所示。

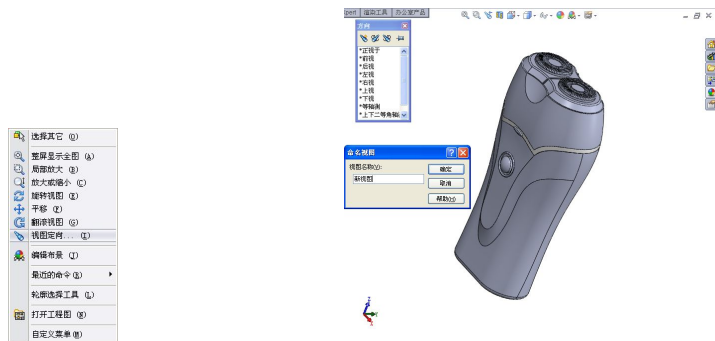



图 12-36 选择【视图定向】命令

图 12-37 创建新视图

## 2. 编辑外观

(1) 选择【工具】|【插件】菜单命令, 单击【PhotoView 360】前面的方框, 使之处于选择状态, 如图 12-38 所示, 启动 PhotoView 360 插件。

(2) 单击【视图(前导)】工具栏中的  【编辑外观】按钮或者选择【PhotoView 360】|【编辑外观】菜单命令, 打开【颜色】属性管理器, 同时在右侧任务窗口中弹出【外观、布景和贴图】选项卡, 如图 12-39 所示。

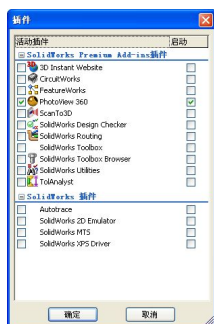


图 12-38 启动 PhotoView 360 插件



图 12-39 【外观、布景和贴图】选项卡


(3) 在任务窗口中展开【外观】选项，选择【金属】节点下的【钢】子节点，双击【抛光钢】图标或者利用鼠标拖动，将其放置到视图中。此时属性管理器的名称变为【抛光钢】，如图 12-40 所示，在【颜色】选项组中设置【主要颜色】和【次要颜色】均为白色，单击  【确定】按钮，编辑外观后的效果如图 12-41 所示。



图 12-40 设置【颜色】选项组

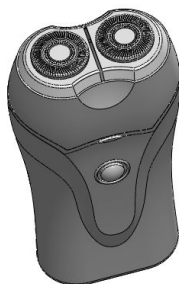



图 12-41 编辑外观后的效果


(4) 选择【PhotoView 360】|【编辑外观】菜单命令，打开【抛光钢】属性管理器，切换到【高级】模式，删除【颜色/图像】选项卡【所选几何体】选项组中由系统自动选择的剃须刀实体。

(5) 单击  【选取面】按钮，在图形区域选择剃须刀外壳主体上的面，在【外观】选项组中单击【浏览】按钮，在弹出的【打开】对话框中选择白色高光塑料，如图 12-42 所示，选择软件安装盘下 data\graphics\materials\plastic\high gloss 路径下的 white high gloss plastic.p2m 文件，单击【打开】按钮。

(6) 在【颜色】选项组中设置其颜色，预览的效果如图 12-43 所示。

(7) 用同样的方法编辑外壳中其他曲面的颜色，同样选择材质为白色高光塑料，【颜色】选项组的设置如图 12-44 所示，编辑外观后的效果如图 12-45 所示。

### 3. 创建布景

单击图形区域上方【视图（前导）】工具栏中的  【应用布景】按钮，在弹出的下拉列表中选择【屋顶】选项，如图 12-46 所示，模型的背景变为屋顶。添加背景后的效果如图

12-47 所示。

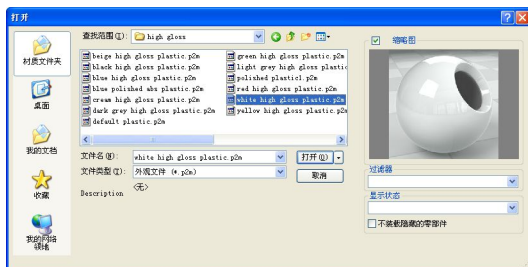


图 12-42 选择白色高光泽塑料材料



图 12-43 设置并预览曲面颜色



图 12-44 选择颜色



图 12-45 编辑外观后的效果

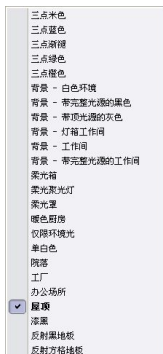


图 12-46 选择【屋顶】选项

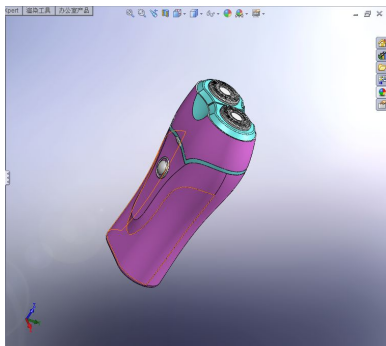


图 12-47 添加“屋顶”布景的效果

#### 4. 设置光源

(1) 单击【视图(前导)】工具栏中的【视图定向】按钮，在下拉列表中选择【新视图】选项，将视图定向至新视图方向。

(2) 选择 DisplayManager 外观管理器标签, 切换到【外观管理器】，单击【查看布景、光源和相机】按钮，展开【布景、光源与相机】外观管理器，如图 12-49 所示。


(3) 用鼠标右键单击【光源】文件夹，在弹出的快捷菜单中选择【添加线光源】命令，如图 12-50 所示，打开【线光源】属性管理器。





图 12-49 【布景、光源与相机】外观管理器



图 12-50 选择【添加线光源】命令

(4) 在【基本】选项组中启用【在 SolidWorks 中打开】复选框，单击【编辑颜色】按钮，在打开的【颜色】对话框中选择黄色，如图 12-51 所示，单击【确定】按钮。

(5) 在【光源位置】中设置经度为 $-30^{\circ}$ ，纬度为 $-45^{\circ}$ ，右侧图形区域也显示出虚拟的线光源灯泡位置，同时光照的效果出现在预览窗口中，单击【确定】按钮，完成线光源的设置，如图 12-52 所示。



图 12-51 选择颜色

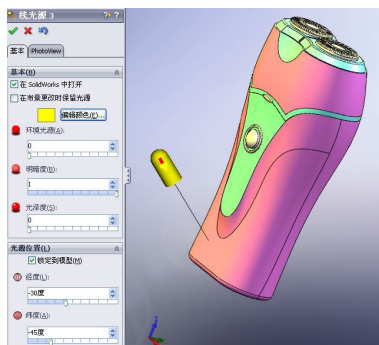



图 12-52 设置线光源参数

(6) 将视图定向至新视图，选择【PhotoWorks】|【预览渲染】菜单命令，则在图形区域弹出预览窗口，显示渲染效果，如图 12-53 所示。

(7) 在【布景、光源与相机】外观管理器中展开【光源】文件夹，用鼠标右键单击新添加的线光源 3，在快捷菜单中选择【在 PhotoView 中打开】命令，如图 12-54 所示，线光源 3 前面的图标加亮显示，此时可以观察到在预览渲染窗口中已添加黄色的线光源，如图 12-55 所示。

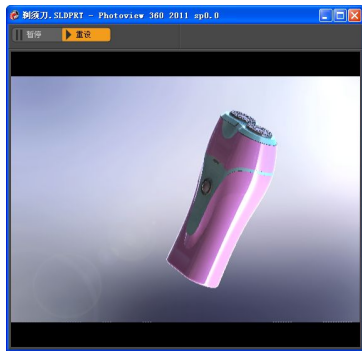


图 12-53 预览渲染效果



图 12-54 选择在 PhotoView 中打开线光源 3

(8) 按住 Ctrl 键，选择线光源 1 和线光源 2，单击鼠标右键，在快捷菜单中选择【在



PhotoView 中打开】命令。

(9) 选择【PhotoWorks】|【最终渲染】菜单命令，经过软件的渲染过程后，得到初步的渲染效果图，如图 12-56 所示。

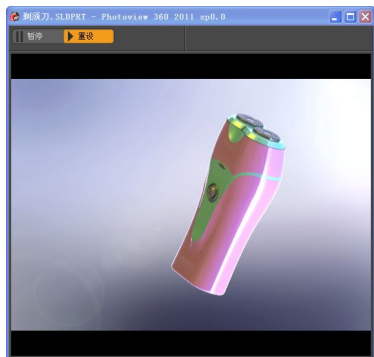


图 12-55 添加线光源 3 到预览窗口



图 12-56 添加线光源 1 和线光源 2 后的渲染效果

## 5. 设置贴图

(1) 单击【视图(前导)】工具栏中的【后视】按钮，将视图定向至后视视图，如图 12-57 所示。

(2) 选择【PhotoView 360】|【编辑贴图】菜单命令，打开【贴图】属性管理器，同时在任务窗口中打开【外观、布景和贴图】选项卡，如图 12-58 所示。

(3) 在右侧任务窗口中选择【SolidWorks】贴图，在绘图区的模型底部单击鼠标画一个矩形，则此贴图将出现在矩形区域中，如图 12-59 所示，单击【确定】按钮完成贴图设置。



图 12-57 后视视图



图 12-58 打开【外观、布景和贴图】选项卡

(4) 取消在 PhotoView 中打开线光源 3，滚动鼠标中键，改变模型的视图方向，露出贴图部分，然后选择【PhotoWorks】|【最终渲染】菜单命令，生成添加贴图后的最终渲染效果，如图 12-60 所示。

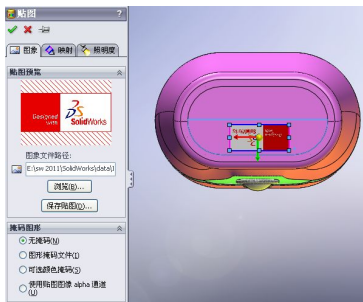


图 12-59 贴图预览



图 12-60 添加贴图后的最终渲染效果

## 12.2 应力分析

### 12.2.1 基础知识

1. 在 SolidWorks 中完成设计之后可能需要回答如下问题
- (1) 模型会不会断裂？

(2) 模型会如何变形？

(3) 能否使用较少材料而又不影响性能？
- 在缺少分析工具时，只有经过昂贵且费时的产品开发周期才能回答这些问题。

2. 产品开发周期通常包括的步骤

- (1) 在 SolidWorks CAD 系统中生成模型。

(2) 制作该设计的原型。

(3) 现场测试原型。

(4) 评估现场测试的结果。

(5) 根据现场测试结果修改设计。

继续此过程，直至获得满意的解决方案。

3. SimulationXpress 分析可以帮助完成的工作

- (1) 使用计算机测试代替昂贵的现场测试，从而降低成本。

(2) 减少产品开发周期的次数，从而缩短面市时间。

(3) 快速模拟多个概念与情景，可以在作出最终决定之前有更多思考新设计的时间，

从而优化设计。

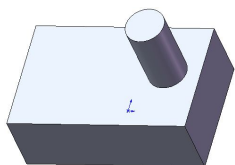
4. 应力分析概念

根据材料、约束和载荷，利用应力或者静态分析计算出模型中的位移、应变和应力。材料在应力达到某个程度时将失效，不同材料可以承受不同程度的应力。SimulationXpress 根据有限元法，使用线性静态分析从而计算应力。

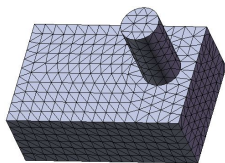
5. 有限元法

有限元法（即 FEA，以下统称为 FEA）是分析工程设计可靠的数学方法，可以将一个复杂的问题分解为多个简单的问题。FEA 将模型分为多个形状简单的块，这些块被称为元素，如图 12-61 所示。

元素的公共点被称为节点，如图 12-62 所示。每个节点的运动都通过  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向的位移来确定，称为自由度（即 DOF）。使用 FEA 的分析称为有限元分析（即 FEA）。



支架的 CAD 模型



细分为小块（元素）的模型

图 12-61 将模型划分为元素

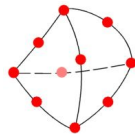


图 12-62 四面体及其元素

在四面体元素中，点表示元素的节点，元素边线可能是曲线，也可能是直线。SimulationXpress 以方程表示每个元素的性能，其中考虑了每个元素与其他元素的连接，这些方程将位移与已知材料属性、约束及载荷相关联。程序将方程组织为一个大的联立代数方程组，解出各个节点在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向上的位移。程序使用这些位移计算各个方向上的应变，最终程序使用数学表达式计算应力。

#### 6. 线性静态分析的假定

- 线性假定：线性假定所引起的反应与应用的载荷成正比。例如，如果载荷量加倍，则模型的反应（如位移、应变和应力等）也将加倍。如果满足以下条件，就可以作出线性假定。

- (1) 最大应力位于应力和应变曲线的线性范围之内，该曲线是一条从原点开始的直线。
- (2) 计算所得的最大位移远远小于模型的特性尺寸。例如，板的最大位移必定远远小于其厚度，柱的最大位移也远远小于其横截面的最小尺寸。

如果不满足此假定，则必须使用非线性分析。

- 弹性假定：如果去掉载荷，模型将恢复其原始形状（即非永久变形）。如果不满足此假定，则必须使用非线性分析。
- 静态假定：逐渐并缓慢地应用载荷直至达到最大量，突然应用的载荷会产生额外的位移、应力等。如果不满足此假定，则必须使用动态分析。



如果不满足这些假定，则 SimulationXpress 计算得出的结果无效。

### 12.2.2 SimulationXpress 介绍

【SimulationXpress】对话框向导将定义材质、约束、载荷、分析模型及查看结果。每完成一个步骤，SimulationXpress 会立即将其保存。只有保存模型文件才能保存分析数据。

选择【工具】|【SimulationXpress】菜单命令，弹出【SimulationXpress】对话框，如图 12-63 所示。

【Fixtures】（夹具）选项卡：应用夹具到模型的面。

【Loads】（载荷）选项卡：应用力和压力到模型的面。

【Material】（材料）选项卡：指定材料到模型。

【Run】（运行）选项卡：可以选择使用默认设置进行分析或者更改设置。

【Results】（结果）选项卡：按以下方法查看分析结果。

【Optimize】（优化）选项卡：根据特定准则优化模型尺寸。

如果约束与载荷问题均已解出，则运行 SimulationXpress 分析。否则，会显示提示信息，必须解出无效的约束或者载荷。

使用 SimulationXpress 完成分析需要以下 5 个步骤。

### 1. 夹具

在如图 12-64 所示的【夹具】选项卡中，可以定义约束。每个约束可以包含多个面，受约束的面在所有方向上都受到约束，必须至少约束模型的一个面，以防止由于刚性实体运动而导致分析失败。

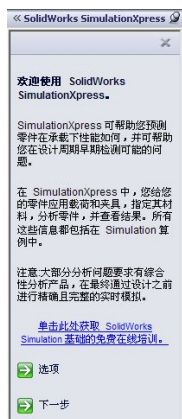


图 12-63 【SimulationXpress】对话框

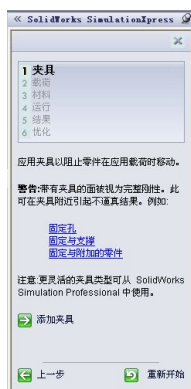


图 12-64 【夹具】选项卡

(1) 在【SimulationXpress】对话框中，单击【添加夹具】按钮，打开【夹具】属性管理器，如图 12-65 所示。

(2) 在图形区域单击希望约束的面，如图 12-65 所示，单击✅【确定】按钮。

(3) 在屏幕左侧的标签栏中出现夹具组的列表，如图 12-66 所示。

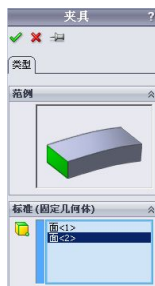


图 12-65 设置【夹具】属性管理器



图 12-66 夹具组的列表

### 2. 载荷

在【载荷】选项卡中，可以应用力和压力载荷到模型的面。

(1) 力：可以应用多个力到单个或者多个面。

在【SimulationXpress】对话框中，单击【下一步】按钮，切换到【载荷】选项卡，如

图 12-67 所示。单击【添加力】按钮，打开【力】属性管理器，在图形区域单击需要应用载荷的面，选择力的单位，输入力的数值，如果需要，启用【反向】复选框以反转力的方向，如图 12-68 所示。在屏幕左侧的标签栏中出现外部载荷组的列表，如图 12-69 所示。

(2) 压力：可以应用多个压力到单个或者多个面。SimulationXpress 垂直于每个面应用压力载荷。

单击【添加压力】按钮，在图形区域单击需要应用载荷的面，选择压力的单位，输入压力的数值，如果需要，启用【反向】复选框以反转压力的方向，如图 12-70 所示。单击【确定】按钮，在屏幕左侧的标签栏中出现外部载荷组的列表，如图 12-71 所示。

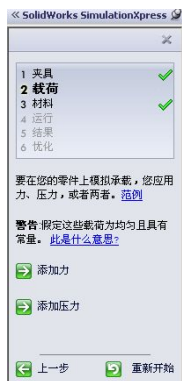


图 12-67 【载荷】选项卡

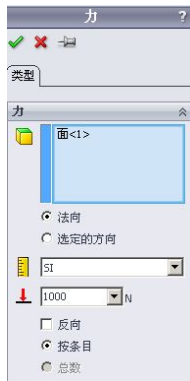


图 12-68 设置【力】的属性



图 12-69 外部载荷组的列表

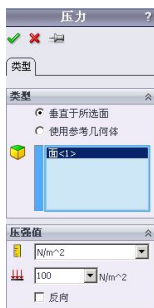


图 12-70 设置【压力】选项卡



图 12-71 外部载荷组的列表

### 3. 材料

模型的反应取决于构成模型的材料。SimulationXpress 必须获得模型材料的弹性属性。可以通过材质库给模型指定材质。SolidWorks 中的材质有两组属性，即视觉和物理（机械）属性。SimulationXpress 只使用物理属性，SolidWorks 包含一个具有已定义的材料属性的材料库，可以在使用 SimulationXpress 时或者之前将材质指定给模型。如果指定给模型的材料不在材料库中，可退出 SimulationXpress，将所需材料添加到库，然后重新打开 SimulationXpress。

如果使用材料库指定材料到模型，材料将在 SimulationXpress 中出现。

材质可以是各向同性、正交各向异性或者各向异性。SimulationXpress 只支持各向同性材质。

- 各向同性材质 (Isotropic Material): 如果材质在所有方向上的机械属性均相同, 则此材质被称为各向同性材质。各向同性材质可以具有均匀或者非均匀的微观结构。各向同性材质的弹性属性由弹性模量 (即 EX) 和泊松比 (即 NUXY) 定义。如果未定义泊松比的值, SimulationXpress 会视其为零。
- 正交各向异性材质 (Orthotropic Material): 如果材质的机械属性是唯一的, 并且不受 3 条相互垂直轴的方向影响, 则此材质被称为正交各向异性材质。木材、晶体和轧制金属就是典型的正交各向异性材质。例如, 木材某点的机械属性以纵向、径向及切向 3 个方向进行说明, 纵向轴与纹理平行, 径向轴与年轮垂直, 而切向轴则与年轮相切。
- 各向异性材质 (Anisotropic Material): 如果在不同方向上材质的机械属性不同, 则此材质被称为各向异性材质。一般而言, 各向异性材质的机械属性对于任何平面和轴都不对称。

指定和修改材质的方法如下:

(1) 在【材料】选项卡中单击【选择材料】按钮, 展开所需材料, 如图 12-72 所示。

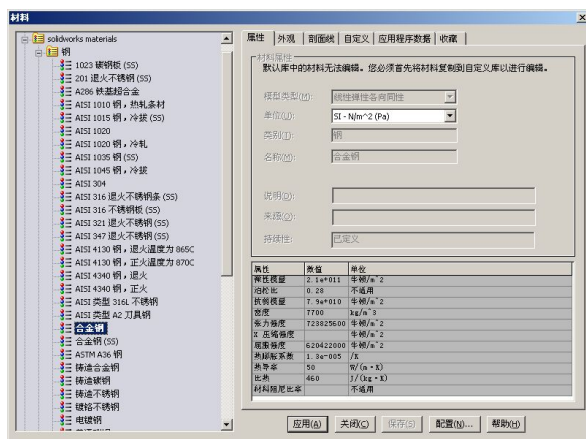



图 12-72 【材料】选项卡

(2) 选择一个材质, 单击【应用】按钮, 然后单击【关闭】按钮, 在【材料】选项卡中【材料】选项的后面出现  选中符号, 如图 12-73 所示。



如果选择没有屈服力 (即 SIGYLD) 的材质, 将出现一个信息, 提示所选材质的屈服力未定义。

#### 4. 分析

(1) 在【SimulationXpress】对话框中, 切换到【运行】选项卡, 如图 12-73 所示。可以选择【更改设定】来指定网格密度, 即单击【更改设定】按钮, 在打开的另一个【分析】选项卡中单击【更改网格密度】按钮, 打开【网格】属性管理器, 如图 12-74 所示。

(2) 如果希望获取更精确的结果, 可以向右 (细) 拖动滑杆; 如果希望进行快速估测,



可以向左（粗）拖动滑杆。



图 12-73 【运行】选项卡



图 12-74 【网络】属性管理器

(3) 若直接在图 12-73 左侧所示的【运行】选项卡中单击【运行模拟】，将动态显示分析进度，如图 12-75 所示。随后系统将进行分析运算，如图 12-76 所示。



图 12-75 显示分析进度

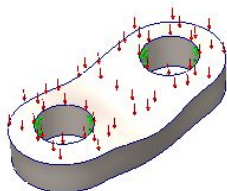


图 12-76 分析运算

实体模型的网格化由两个基本阶段组成。在第一个阶段，网格程序将节点放置在边界上，此阶段被称为曲面网格化。如果第一个阶段成功，则网格程序开始第二个阶段，在内部生成节点，以四面体元素填充体积。


这两个阶段都会遭遇失败。SimulationXpress 在报告网格化失败之前，会使用几种不同的单元大小自动尝试对模型进行网格化。当模型的网格化失败时，SimulationXpress 打开网格失败诊断工具以帮助找出并解决网格化问题。网格失败诊断工具可以列举出引起失败的面和边线。如果希望高亮显示网格化失败的面或者边线，可以在其清单中进行选择。

## 5. 结果

完成分析后，可以查看结果。在【结果】选项卡上显示出计算的结果，并且可以查看当前的材料、约束和载荷等内容。【结果】选项卡如图 12-77 所示。

【结果】选项卡可以显示模型所有位置的最小安全系数。标准工程规则通常要求安全系数为 1.5 或者更大。对于给定的最小安全系数，SimulationXpress 会将可能的安全与非安全区域分别绘制为蓝色和红色，如图 12-78 所示，根据指定安全系数划分的非安全区域显示为红色（图中浅色区域）。

### 1) 查看模型中的应力分布

(1) 在【SimulationXpress】对话框中，单击  【显示 von Mises 应力】按钮。

(2) 生成等量应力图解，单击以下按钮可以控制动画效果。

-  【播放动画】：以动画显示等量应力图。



-  【停止动画】：停止动画播放。

## 2) 查看模型中的位移分布


- (1) 在【SimulationXpress】对话框中，单击  【显示位移】按钮。
- (2) 生成位移图解，单击动画控制的相关按钮以控制动画的播放和停止。



图 12-77 【结果】选项卡



图 12-78 按安全区域绘图

## 12.2.3 退出保存结果

单击【SimulationXpress】对话框中的【关闭】按钮，可以退出 SimulationXpress 分析。SimulationXpress 在【结果位置】文件夹中生成名为【partname-SimulationXpressStudy.CWR】的文件以保存分析结果，材料、约束和载荷均保存在模型文件中。

如果打开已经使用过 SimulationXpress 的文件，但无法继续以前的分析过程，可在【SimulationXpress】对话框的【欢迎】选项卡中单击【选项】按钮，选择相应选项，然后将【结果位置】设置为相应\*.CWR 文件所在的文件夹。

### 1. 生成 HTML 报告

在【SimulationXpress】对话框中，单击【生成报表】按钮，如图 12-79 所示，可以自动生成 Word 格式的报告。

### 2. 生成分析结果的 eDrawings 文件

eDrawings 可以查看并以动画显示分析结果，也可以生成便于发送至他人的文件。

- (1) 在【SimulationXpress】对话框中，单击【生成 eDrawing 文件】按钮，弹出【另存为】对话框。



图 12-79 生成 HTML 报告



必须在计算机中安装了 eDrawings 应用程序才可以完成此步骤。

- (2) 在【另存为】对话框中，输入 eDrawings 文件的名称，选择保存的目录，然后单击【保存】按钮。

## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

经典 实用 权威

# 中文版 SolidWorks 2011从入门到精通

本书的主要特点有：

●专业设计方法的介绍。本书立足于SolidWorks 2011的机械设计，在不同模块的设计中进行介绍，并告诉读者如何在SolidWorks 2011中贯彻这些设计方法。

●本书循序渐进地讲解SolidWorks 2011的功能和使用方法，读者通过学习可以很快掌握使用SolidWorks的基本方法和设计理念，从而获得设计上的成就感，也激发了继续学习的动力。

●知识全面，实例丰富。书中内容挖掘在SolidWorks 2011设计领域的各个方面应用，关键章节范例数量丰富，覆盖范围广。通过大量范例的训练，使读者对SolidWorks 2011的使用更加熟悉。

SolidWorks 2011中文版从入门到精通

Maya 2011从入门到精通

3ds Max 2011中文版从入门到精通

Photoshop CS5中文版从入门到精通

Illustrator CS5中文版从入门到精通

InDesign CS5中文版从入门到精通

After Effects CS5从入门到精通

Premiere Pro CS5从入门到精通

CorelDRAW X5中文版从入门到精通

会声会影X2中文版从入门到精通

AutoCAD 2011中文版从入门到精通

UG NX 7.0中文版从入门到精通

Pro/ENGINEER野火5.0中文版从入门到精通



责任编辑：戴 新  
封面设计：李 娜

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书



定价：37.00元